

**OPTIMASI ENERGI BISKUIT SUBTITUSI TEPUNG KULIT APEL
(*Malus sylvestris* Mill.) DENGAN METODE *LINEAR PROGRAMMING***

SKRIPSI

Oleh:

DODIK BUDIANTO

135100107111019



JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

**OPTIMASI ENERGI BISKUIT SUBSTITUSI TEPUNG KULIT APEL
(*Malus sylvestris* Mill.) DENGAN METODE *LINEAR PROGRAMMING***

SKRIPSI

Oleh:

DODIK BUDIANTO

135100107111019

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Teknologi Pangan



JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2018

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul TA : Optimasi Energi Biskuit Substitusi Tepung Kulit Apel
(*Malus Sylvestris Mill.*) Dengan Metode *Linear*
Programming

Nama Mahasiswa : Dodik Budianto

Nim : 135100107111019

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Pembimbing,



Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP
NIP 197005041999032002

Tanggal Persetujuan:

.....

LEMBAR PENGESAHAN

Judul TA : Optimasi Energi Biskuit Substitusi Tepung Kulit
Apel (*Malus Sylvestris Mill.*) Dengan Metode
Linear Programming

Nama Mahasiswa : Dodik Budianto

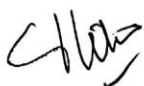
NIM : 135100107111019

Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Prof. Dr. Teti Estiasih, STP, MP.

NIP. 19701226 200212 2 001



Ahmad Zaki Mubarak, STP, M.Si. Ph.D

NIK. 201201 820815 1 001

Dosen Pembimbing,

Dr. Widya Dwi R. P., STP, MP.

NIP. 19700504 199903 2 002

Ketua Jurusan,



Prof. Dr. Teti Estiasih, STP, MP.

NIP. 19701226 200212 2 001

Tanggal Lulus TA :



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Mojokerto pada tanggal 5 April 1995 dari pasangan Bapak H. Sholikin dan Ibu Hj. Warsiyati. Penulis memiliki seorang kakak bernama Nanang Wahyudi dan adik bernama Vina Rosidah.

Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di MI Sunan Ampel Sumberagung pada tahun 2006, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Tingkat Pertama di SMP Negeri 2 Jatirejo dengan tahun kelulusan 2009, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Gondang Mojokerto pada tahun 2012.

Pada tahun 2018 penulis telah berhasil menyelesaikan pendidikannya di Universitas Brawijaya Malang di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian. Pada masa pendidikannya, penulis aktif sebagai anggota UKM Seni FTP, menjadi Ketua departemen bidang tari periode 2015/2016 dan pernah menjuarai berbagai lomba tari tingkat Regional dan Nasional seperti Juara umum GFT UB 2013 dan 2016, serta Juara 1 NFF di Universitas Indonesia pada tahun 2014, dan Penulis juga menjadi penerima dana hibah Dikti Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) bidang kewirausahaan ke-28 pada tahun 2015 dan ke-29 pada tahun 2016.



Alhamdulillah..... Terima kasih Ya Allah
Karya kecil ini aku persembahkan kepada kedua Orang Tuaku,
Kakak, Adik, dan keluarga besarku tercinta



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Dodik Budianto
NIM : 135100107111019
Jurusan : Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Judul Tugas Akhir : Optimasi Energi Biskuit Substitusi Kulit Apel (*Malus sylvestris* Mill.) Dengan Metode *Linear Programming*

Menyatakan bahwa,

Skripsi dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas.
Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia
dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang,

Pembuat Pernyataan,



Dodik Budianto
NIM 135100501111018

RINGKASAN

Apel merupakan buah yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. penghasil apel di Jawa Timur terdapat di Kota Batu dengan luas lahan 2.015 ha menghasilkan apel sebesar 20.167 ton setiap tahun. Kulit apel yang kurang dimanfaatkan dengan baik ternyata mengandung banyak serat dan senyawa polifenol yang merupakan antioksidan. Biskuit merupakan produk bakeri kering yang dibuat dengan cara memanggang adonan yang terbuat dari tepung terigu dengan atau tanpa substitusi. Tingkat konsumsi rata-rata biskuit di Indonesia mencapai 0,40 kg/kapita/tahun. Anak-anak di Indonesia masih mengalami masalah gizi ganda (*double burden*), yaitu kekurangan gizi dan kelebihan gizi. Selain itu, mengonsumsi sayur dan buah sangat penting untuk kebutuhan serat yang dapat menjaga berat badan sehingga anak-anak dianjurkan untuk mengonsumsi sayur dan buah sebanyak 300-400 gram setiap hari untuk memenuhi kebutuhan serat. *Linear programming* merupakan metode untuk menformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari ke dalam pemodelan matematika untuk mendapatkan solusi yang optimal.

Formulasi ditentukan melalui *linear programming* dengan batasan jumlah minimal kalori agar memenuhi persyaratan sumber energi untuk anak-anak usia 10-11 tahun. Produk biskuit kulit apel didapatkan berbagai proporsi tepung adalah (gram tepung kulit apel : gram tepung terigu) 30 : 70 , 50 : 50, dan 70 : 30. berdasarkan *linear programming* untuk persyaratan BPOM RI. Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan tepung kulit apel, pembuatan biskuit kulit apel, pengamatan dan perhitungan *nutrition fact*. Analisa biskuit meliputi analisa kimia (kadar air, protein, lemak, dan serat kasar) dan analisa fisik (warna, daya patah). Formulasi selanjutnya dilakukan pengujian perlakuan terbaik berdasarkan metode *multiple attribute* dengan parameter karakteristik kimia (protein, kalori) dan karakteristik fisik (daya patah, warna), data perlakuan terbaik akan dibandingkan dengan biskuit komersil yang sudah dipasarkan yaitu Biskuit Roma dan Biskuit Belvita.

Hasil penelitian Biskuit kulit apel perlakuan terbaik dari segi fisik dan kimia yakni pada formulasi 50 : 50 dengan 22 gram tepung kulit apel : 22 gram tepung terigu terigu yang memiliki kadar protein 6,61%, kadar air 3,48%, total lemak 18,15%, total karbohidrat 68,38%, total kalori 461,35 kkal dan kadar serat kasar 3,08%. Warna dan daya patah menunjukkan pengaruh nyata ($<0,05$) terhadap semua parameter (L^*) (a^*) (b^*) dan daya patah 9,20 N. Formulasi biskuit perlakuan terbaik telah memenuhi syarat klaim sumber energi/kalori berdasarkan BPOM (maksimal 484,22g/100g kalori) dan serat kasar 3,08 (minimal 3 g/100g), serta telah memenuhi standar mutu SNI biskuit yang mensyaratkan kadar air maksimal 5% dan total lemak minimal 9,5%.

Kata Kunci: Kulit Apel, Biskuit, Anak-anak, *Linear programming*

repository.ub.ac.id

DODIK BUDIANTO. 135100107111019. Optimization Energy Of Biscuit Substitution On Apples Peel Flour (Malus Sylvestris Mill.) With Linear Programming Method. Final Project. Supervisor: Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP.

SUMMARY

Apple is the fruit that consumed by the Indonesian community. The producer of apple in East Java is located in the City of Batu with wide land 2.015 ha produce apples of 20.167 tons every year. The peels of the apple less used with good actually contain a lot of fiber and polyphenol which is an antioxidant. Biscuits is the dry bakery products that are made with how toast the dough which is made from wheat flour with or without substitution. The level of average consumption of biscuits in Indonesia reached 0.40 kg/capita/year. The children in Indonesia is still experiencing problems double nutrition (double burden), which is lack of nutrition and the advantages of nutrition. In addition, consume vegetables and fruit is very important to needs of the fiber that can maintain the body weight so that the children are recommended to consume vegetables and fruits as much as 300-400 grams each day to fulfill the needs of the fiber. Linear programming is a method to formulate the daily problems in the modeling of mathematics to get an optimal solution.

The formulation is determined through linear programming with the limitations of the minimum amount of calories in order to meet the requirements of the source of energy for children aged 10-11 years. Apple peel biscuit products obtained various proportion of fine flour is (gram flour apple skin : gram flour) 30 : 70 , 50 : 50, and 70 : 30. based on linear programming to BPOM RI. The implementation of the research include the making of fine flour apples peel, making biscuits apple peel, observation and calculation of nutrition fact. Analysis of biscuits include chemical analysis (level of water, protein, fat, and crude fibers) and physical analysis (colors, broken of power). The formulation of the test is done then the best treatment based on multiple attribute method (Zeleny, 1982) with chemical characteristics parameters (proteins, calories) and physical characteristics (broken of power, colors), the best treatment data will be compared with commercial biscuits which has been marketed namely Biscuits Romans and biscuits Belvita.

Research Results of biscuits apple peel the best treatment in terms of the physical and chemical is on the formulation 50 : 50 with 22 gram flour apple skin : 22 grams of wheat flour that has the level of proteins 6,61%, the level of water 3.48%, total fat 18,15%, total carbohydrate 68,38%, total calories 461,35 and level of crude fibers 3,08%. Colors and broken of power shows the real influence (<0.05) against all parameter (L^*) (a^*) (b^*) and broken of power is 9,20 N. The formulation of biscuits the best treatment is eligible claims energy source/calories distibution based on BPOM (maximum 484,22g/100g calories) and coarse fibers 3,08 (minimum 3 g/100g), and have meet the standard quality of SNI biscuits that requires the maximum water level 5 percent and total fat minimum of 9.5%.

Keywords: Apples Peel, Biscuits,Childrens, Linear Programming

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Optimasi Energi Biskuit Substitusi Tepung Kulit Apel (*Malus Sylvestris* Mill.) Dengan Metode *Linear Programming*”. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menempuh jenjang pendidikan Sarjana Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

Pada penyusunan laporan ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua H. Sholikin dan Hj. Warsiyati, adik Vina Rosidah, kakak Nanang Wahyudi serta seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan, dan motivasi bagi penulis
2. Ibu Dr. Widya Dwi Rukmi Putri, STP., MP selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Dr. Teti Estiasih, STP., MP. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian serta Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan.
4. Seluruh sahabat THP 2013, rekan seperjuangan UKM Seni FTP UB, Floleta, rekan kerja Mommluk Malang, rekan skripsi saya Made Oktavia dan tentunya teman-teman terdekat Rizka, Olivia, Sofia, Jerry, Riki, Jian, Eliz, geng dunia mala (pinta, eka, arin, maya, wima, putri), geng princess kesayangan (fadila, bella, dila, ayu, lucky, sari, kipau, ipeh, adel, mirza) yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.
5. Dan kepada semua pihak yang telah membantu, sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam laporan ini, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Malang, 15 September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman	
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
HALAMAN PERUNTUKAN	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
 I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis	3
 II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Apel	4
2.2 Pestisida	6
2.3 Penepungan	9
2.4 Biskuit	11
2.5 Bahan-bahan Pembuatan Biskuit	13
2.6 Proses Pembuatan Biskuit	21
2.7 <i>Linear programming</i>	23
2.8 Gizi Seimbang Anak-anak	26
2.9 Klaim Pangan Sumber Serat	28
2.10 Serat	29
2.11 Daya Terima Pangan	31
 III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.2 Alat dan Bahan	33
3.3 Penelitian Pendahuluan	34
3.4 Metode Penelitian	35
3.5 Pelaksanaan Penelitian	44
3.6 Pelaksanaan Percobaan	45
3.7 Analisis Data	46

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Tepung Kulit Apel.....	47
4.2 Penyelesaian Model Matematis.....	52
4.3 Karakteristik Kimia Biskuit Kulit Apel.....	54
4.4 Karakteristik Fisik Biskuit Kulit Apel.....	64
4.5 Perlakuan Terbaik.....	70
4.6 Penentuan AKG per Takaran Saji Biskuit Perlakuan Terbaik.....	71
4.7 Perbandingan Biskuit Perlakuan Terbaik Dengan Biskuit Komersil	74

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA	80
----------------------	----

LAMPIRAN	88
----------------	----

DOKUMENTASI.....	110
------------------	-----

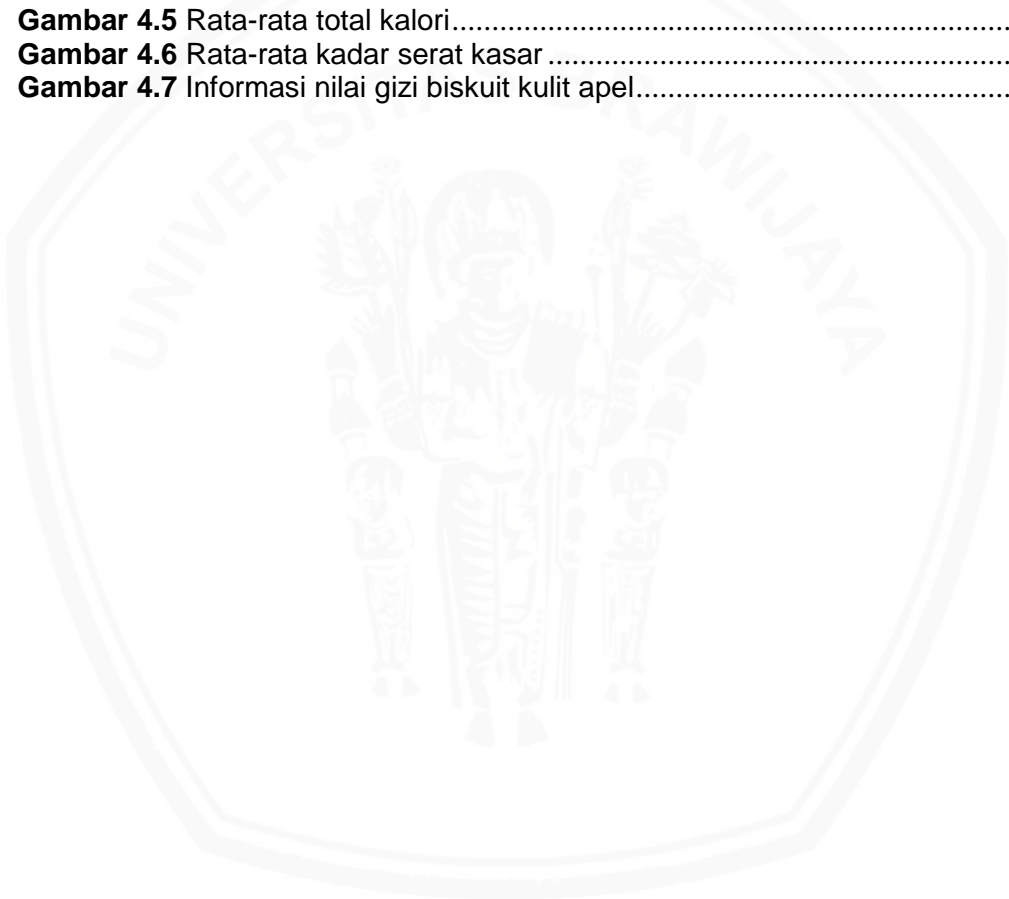


DAFTAR TABEL

Halaman	
Tabel 2.1	Kandungan kimia apel manalagi per 100 gram5
Tabel 2.2	Syarat mutu biskuit SNI.....13
Tabel 2.3	Komposisi kimia tepung terigu tiap 100 gram.....15
Tabel 2.4	Komposisi kimia margarin tiap 100 gram.....16
Tabel 2.5	Komposisi kimia gula halus tiap 100 gram18
Tabel 2.6	Komposisi kimia kuning dan putih telur tiap 100 gram20
Tabel 2.7	Kebutuhan energi anak perempuan dan laki-laki27
Tabel 2.8	Aturan klaim zat gizi pangan28
Tabel 2.9	Angka kecukupan gizi29
Tabel 3.1	Hasil penelitian pendahuluan35
Tabel 4.1	Karakteristik kimia tepung kulit apel.....47
Tabel 4.2	Rata-rata warna tepung kulit apel50
Tabel 4.3	Formulasi biskuit kulit apel53
Tabel 4.4	Rata-rata warna biskuit kulit apel65
Tabel 4.5	Rata-rata nilai daya patah68
Tabel 4.6	Rata-rata analisis perlakuan terbaik70
Tabel 4.7	Komposisi perlakuan Terbaik.....71
Tabel 4.8	Perbandingan nutrisi biskuit kulit apel dan biskuit komersil75
Tabel 4.9	Perbandingan warna biskuit kulit apel dan biskuit komersil76
Tabel 4.10	Perbandingan daya patah biskuit kulit apel dan biskuit komersil77

DAFTAR GAMBAR

Halaman	
Gambar 2.1 Apel	5
Gambar 2.2 Tepung terigu	14
Gambar 2.3 Margarin	16
Gambar 2.4 Gula	17
Gambar 2.5 Telur	19
Gambar 3.1 Pemecahan masalah optimasi.....	36
Gambar 4.1 Rata-rata kadar air	54
Gambar 4.2 Rata-rata kadar protein	56
Gambar 4.3 Rata-rata total lemak.....	58
Gambar 4.4 Rata-rata total karbohidrat	60
Gambar 4.5 Rata-rata total kalori.....	62
Gambar 4.6 Rata-rata kadar serat kasar	63
Gambar 4.7 Informasi nilai gizi biskuit kulit apel.....	73



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman	
Lampiran 1. Prosedur Analisis.....	88
Lampiran 2. Diagram Alir Penelitian.....	93
Lampiran 3. Formulasi Biskuit Kulit Apel.....	95
Lampiran 4. Analisis Fisik.....	96
Lampiran 5. Analisis Kimia.....	97
Lampiran 6. Hasil Anova Warna.....	99
Lampiran 7. Hasil Anova Daya Patah.....	105
Lampiran 8. Analisis Perlakuan Terbaik.....	107
Lampiran 9. Perhitungan AKG.....	109



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Apel merupakan buah yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Perkembangan tanaman apel di Jawa Timur terkonsentrasi di Kabupaten Malang, dimana produksi per tahun yaitu sebesar 1.025.700 ton apel dengan jumlah pohon yang menghasilkan yaitu sebanyak 1.409.927 pohon. Selain di Kabupaten Malang daerah penghasil apel di Jawa Timur terdapat di Kota Batu dengan luas lahan 2.015 ha menghasilkan produk pertahun sebesar 20.167 ton apel dan Kabupaten Pasuruan dengan luas lahan 1.591 ha dapat menghasilkan produk per tahun sebesar 63 ton apel (Redaksi BPM Jatim, 2009). Produksi apel di Indonesia yang melimpah secara tidak langsung menimbulkan limbah yang dihasilkan dari apel segar sampai dengan pengolahannya seperti pada produksi keripik apel di Malang menghasilkan kulit apel sebesar 2 ton per hari. Saat ini, pemanfaatan kulit apel masih terbatas, yaitu hanya digunakan sebagai pakan ternak atau bahkan dibuang begitu saja (Budiyati dan Tridayana, 2013).

Kulit apel yang kurang dimanfaatkan dengan baik ternyata mengandung banyak serat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Romelle *et al.* (2016) kulit apel memiliki kandungan serat kasar sebesar $13,95 \pm 0,10$ gram/100 gram kulit apel kering. Serat memiliki beberapa manfaat bagi kesehatan antara lain yaitu dapat mengontrol berat badan atau kegemukan (obesitas), penanggulangan penyakit diabetes, mencegah gangguan gastrointestinal dan mencegah kanker kolon (Santoso, 2011). Kulit apel memiliki kandungan serat yang dapat bermanfaat bagi tubuh sehingga berpotensi untuk dimanfaatkan dengan cara ditepungkan terlebih dahulu. Salah satu produk makanan yang dapat dibuat dari tepung kulit apel antara lain adalah biskuit.

Biskuit merupakan salah satu jenis kue kering yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia. Menurut SNI (2015), Biskuit merupakan produk bakeri kering yang dibuat dengan cara memanggang adonan yang terbuat dari tepung terigu dengan atau tanpa substitusinya, minyak/lemak dengan atau tanpa

penambahan bahan pangan lain. Tingkat konsumsi rata-rata biskuit di Indonesia mencapai 0,40 kg/kapita/tahun (Rosmisari, 2006). Hal ini menunjukkan bahwa biskuit disukai oleh seluruh kalangan usia terutama anak-anak dan di konsumsi sebagai camilan sehari-hari karena rasanya enak, bervariasi, bentuk beraneka ragam, harga relatif murah, mudah dibawa dan memiliki umur simpan yang relatif panjang. Namun, biskuit yang ada di pasaran umumnya terbuat dari tepung terigu yang hanya mengedepankan rasa dan penampakan.

Anak-anak di Indonesia masih mengalami masalah gizi ganda (*double burden*), yaitu kekurangan gizi dan kelebihan gizi. Berdasarkan data Riskesdas (2010), prevalensi status gizi (Indikator IMT/U) anak usia 6-12 tahun dengan kategori sangat kurus 4,6%, kurus 7,6%, normal 78,6% dan gemuk 9,2%. Penelitian menunjukkan bahwa tingkat kecukupan energi anak umur 7–12 tahun berkisar antara 71,6–89,1%. Namun data menunjukkan bahwa 44,4% anak mengonsumsi energi di bawah angka kecukupan minimal (Riskesdas, 2010). Selain itu, mengonsumsi sayur dan buah sangat penting untuk kebutuhan serat yang dapat menjaga berat badan. Berdasarkan Pedoman Gizi Seimbang (2014), bagi anak usia 7-12 tahun dianjurkan untuk mengonsumsi sayur dan buah sebanyak 300-400 gram. Menurut Riskesdas tahun (2010), pada kelompok usia diatas 10 tahun konsumsi sayurnya hanya mencapai 63,3% dan buah 62,1% dari kebutuhan sehari. Alternatif jajanan gizi seimbang dan tinggi serat diformulasikan menggunakan *linear programming* berupa biskuit dengan substitusi tepung kulit apel.

Pemrograman linier (*linear programming*) merupakan salah satu teknik riset operasi yang mampu menyelesaikan masalah optimasi sejak diperkenalkan di akhir dasawarasa 1940-an. Riset operasi merupakan metode untuk menformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari ke dalam pemodelan matematika untuk mendapatkan solusi yang optimal (Bustani, 2005). Biskuit dalam proses pembuatannya tidak membutuhkan pengembangan, sehingga dapat disubstitusikan dengan tepung kulit apel. Namun, substitusi tepung kulit apel akan mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia biskuit. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut terkait formulasi biskuit kulit apel sehingga dihasilkan biskuit dengan kalori optimal dan tinggi serat yang dapat diterima anak-anak sekolah.

1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Bagaimana formulasi biskuit kulit apel menggunakan metode *linear programming* untuk mencapai sumber energi berdasarkan peraturan BPOM RI?
- 1.2.2 Bagaimana karakteristik kimia dan kandungan gizi biskuit kulit apel?
- 1.2.3 Bagaimana karakteristik fisik biskuit kulit apel?
- 1.2.4 Bagaimana hasil formulasi terbaik biskuit kulit apel?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Mengetahui formulasi biskuit kulit apel menggunakan metode *linear programming* untuk mencapai sumber kalori yang optimal berdasarkan peraturan BPOM RI
- 1.3.2 Mengetahui karakteristik kimia dan kandungan gizi biskuit kulit apel
- 1.3.3 Mengetahui karakteristik fisik biskuit kulit apel
- 1.3.4 Mengetahui hasil formulasi terbaik biskuit kulit apel

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pemanfaatan bahan baku lokal tepung kulit apel sebagai bahan pembuatan biskuit kulit apel alternatif jajanan dengan energi optimal untuk anak sekolah. Selain itu, melalui penelitian ini akan dihasilkan biskuit dengan kalori yang optimal dan tinggi serat, sehingga diharapkan mampu menjadi alternatif jajanan sehat untuk anak.

1.5 Hipotesis

Formulasi biskuit berbahan tepung kulit apel diduga dapat memenuhi kriteria biskuit sumber alternatif pangan dengan kalori yang optimal untuk anak-anak berdasarkan BPOM RI.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Apel

Apel (*Malus sylvestris* Mill.) merupakan tanaman buah tahunan yang tumbuh pada iklim subtropis. Di Indonesia, apel dibudidayakan di berbagai daerah, terutama di Kota Batu dan Kota Malang. Beberapa varietas buah apel dari Kota Batu dan Kota Malang antara lain Manalagi dan *Rome Beauty*. Varietas buah apel yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia yaitu jenis Manalagi. Menurut Wulandari (2012), buah apel manalagi memiliki rasa yang manis, enak, mudah didapat, dan harganya cukup terjangkau. Klasifikasi tanaman apel adalah sebagai berikut (Sufrida *et. al.*, 2007):

Kingdom : *Plantae*
Division : *Spermatophyta*
Subdivisio : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Rosales*
Famili : *Rosaceae*
Genus : *Malus*
Spesies : *Malus sylvestris* Mill.

Bentuk buah apel manalagi yaitu bulat dengan ujung dan pangkal berlekuk dangkal dengan diameter 4-7 cm dan berat buah sebesar 75-160 gram/buah, serta berwarna hijau muda kekuningan dengan aroma yang harum dan segar. Buah apel manalagi memiliki daging yang berwarna putih, sedikit air, dan teksturnya agak liat. Biji buah apel manalagi memiliki bentuk bulat pendek dan berwarna cokelat tua (Jannata *et. al.*, 2014).



Gambar 2.1 Apel Manalagi

Sumber: BAPPENAS, 2000

Apel varietas Manalagi merupakan apel yang digunakan dalam penelitian ini. Apel varietas manalagi memiliki warna kulit hijau kekuningan dengan daging berwarna putih kekuningan. Apel manalagi memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan dengan apel lainnya meskipun apel ini belum sepenuhnya matang. Tekstur apel manalagi pun lebih keras dibandingkan dengan varietas *Romebeauty* dan *Anna*. Seiring dengan tingkat kematangan buah apel maka kandungan gulanya juga akan bertambah (Soelarso, 1997).

Tabel 2.1 Kandungan Kimia Apel Manalagi per 100 gram

Komponen	Jumlah
Total gula ^a	8,29 g
Kadar asam ^a	0,32 g
Glukosa ^a	3,72 g
Fruktosa ^a	4,5 g
Sukrosa ^a	4,54 g
Gula/asam ^a	42,56 g
pH ^a	4,62
Vitamin C ^b	6,60 mg
Gula pereduksi ^b	6,96 g
Aktivitas antioksidan ^b	6,53 g
Total padatan terlarut ^b	17,10 ^o Brix

Sumber : ^a Soelarso, 1997 ^b Susanto *et al.*, 2011

Apel merupakan buah yang kaya akan serat. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Chawla dan Patil (2010) dalam 100 gram buah apel mengandung total serat pangan sebesar $62,6 \pm 0,26$ gram. Serat pangan terdiri dari $13,9 \pm 0,14$ % serat pangan larut air dan $48,7 \pm 0,13$ % serat pangan tak larut air. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Romelle *et al.* (2016) kulit apel mengandung kadar protein kasar sebesar $2,80 \pm 0,17$ %, lemak sebesar $9,96 \pm 1,52$ %, abu sebesar $1,39 \pm 0,14$ %, serat kasar sebesar $13,95 \pm 0,10$ dan karbohidrat sebesar $59,9 \pm 0,44$ %.

Kulit apel memiliki kandungan serat (terutama pektin) yang lebih banyak dari daging buah apel (Boyer dan Liu, 2004). Serat pektin pada apel dapat mempengaruhi penyerapan lemak karena dapat mengikat lebih banyak asam lemak dalam saluran pencernaan yang selanjutnya diekskresikan melalui feses (Setorki *et al.*, 2009). Pektin (serat larut) dalam apel tidak hanya bermanfaat menurunkan kolesterol, namun dapat mengikat logam berat seperti timbal dan merkuri lalu dikeluarkan dari tubuh. Kedua jenis serat dalam apel (larut dan tidak larut) dapat berfungsi sebagai pelindung munculnya kanker. Mekanismenya melalui pencegahan konstipasi (sulit buang air) sehingga substansi *toxic* (racun) dapat segera dikeluarkan melalui feses. Pektin juga bermanfaat mengatasi diare karena kemampuannya membentuk fase lunak, *bulky*, dan tidak cair (Khomsan, 2006).

2.2 Pestisida

Pestisida merupakan pilihan utama dalam pengendalian hama, penyakit, dan gulma karena membunuh langsung jasad pengganggu. Setelah survei di tempat pembudidayaan apel yang digunakan dalam penelitian ini, petani menggunakan pestisida golongan organofosfat. Di Indonesia pestisida sintetik yang banyak digunakan oleh petani adalah golongan organofosfat. Departemen Kesehatan Republik Indonesia (1992) dalam Afriyanto (2008) menyatakan bahwa pestisida yang banyak direkomendasikan untuk bidang pertanian adalah golongan organofosfat, karena golongan ini lebih mudah terurai di alam. Pestisida golongan organofosfat banyak digunakan karena memiliki sifat yang menguntungkan seperti tidak persisten dalam tanah, selektif, dan tidak menyebabkan resistensi pada serangga. Masa penyemprotan pestisida

golongan organofosfat dilakukan dalam dua minggu sekali karena masa degradasi organofosfat dalam lingkungan adalah sekitar dua minggu. Golongan organofosfat mempengaruhi fungsi syaraf dengan jalan menghambat kerja enzim kholinesterase, suatu bahan kimia esensial dalam mengantarkan impuls sepanjang serabut syaraf.

Pestisida golongan organofosfat banyak digunakan di Indonesia hingga mencapai 22,29%. Penggunaan pestisida golongan organofosfat pada tanaman akan meninggalkan residu pada produk pertanian, bahkan untuk pestisida tertentu masih dapat ditemukan sampai saat produk pertanian tersebut diproses untuk pemanfaatan selanjutnya maupun saat dikonsumsi. Adanya residu pestisida dalam makanan, termasuk dalam sayur dan buah merupakan masalah utama bagi kesehatan masyarakat. Residu yang sampai kepada manusia dapat ditinggalkan secara langsung maupun tidak langsung. Makanan yang mengandung residu pestisida jika dikonsumsi dalam jangka panjang akan menimbulkan gangguan kesehatan yang ditunjukkan dengan adanya gejala akut seperti sakit kepala, mual, dan muntah serta gejala kronis seperti kehilangan nafsu makan, kejang otot, dan lain-lain (Oginawati,2006).

Berdasarkan penelitian Pasek (2015) Hasil yang diperoleh menunjukkan sampel *strawberry* yang berasal dari usaha petik *strawberry* dan pasar Candikuning Bedugul tidak mengandung pestisida organofosfat. Hal tersebut disebabkan karena pestisida yang disemprotkan telah mengalami beberapa peristiwa seperti absorpsi, adsorpsi permukaan, volatilisasi, pencucian, dan degradasi. Pencucian oleh air hujan juga bisa mengakibatkan berkurangnya residu pestisida. Selain itu, kemungkinan yang terjadi setelah pestisida disemprotkan yaitu adanya penguapan dimana pestisida organofosfat ini mudah menguap jika terkena sinar matahari, fotodekomposisi dan reaksi kimia. Umumnya pestisida golongan organofosfat mudah terurai disebabkan karena pestisida golongan organofosfat merupakan pestisida yang mudah menguap dan mudah terdegradasi. Hal tersebut sejalan dengan pendapat yang menyatakan bahwa kadar residu pestisida secara alamiah dapat hilang atau terurai baik dalam lingkungan abiotik maupun biotik. Faktor-faktor penyebabnya antara lain:

1. Penguapan, sehingga sebagian pestisida akan berkurang karena menguap dari permukaan tanaman.

2. Perlakuan mekanis dan fisis, pestisida berkurang karena terlarut akibat pencucian dan cahaya matahari serta pemanasan.
3. Kimiawi, dimana pestisida mengalami degradasi disebabkan oleh peristiwa kimia.

Pencucian dan perendaman air ini juga dapat mengurangi kadar residu pestisida karena residu pestisida yang ada pada permukaan sayuran atau buah dapat jatuh bersama dengan air yang dipercikan pada permukaan sayur atau buah. Hal ini seperti dinyatakan oleh Amvrazi (2011) dalam Maruli (2012), bahwa penurunan jumlah residu dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu daya larut air pencuci (berkaitan dengan sifat fisik dan kimia air) dan daya hidrolisis air (residu pestisida dapat terhidrolisis tergantung pada jumlah dan pH air yang ada dan konsentrasi pestisida).

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Alsuhendra (1998). Dalam penelitiannya Alsuhendra (1998) menemukan bahwa residu pestisida yang terkandung dalam buah mentah akan mengalami penurunan dan bahkan ada yang bisa dihilangkan setelah buah tersebut mengalami pengolahan baik dengan pemanasan (perebusan, penumisan, pembuatan sop, dan sayur asam) maupun yang diolah tanpa menggunakan panas (hanya dengan pencucian dan perendaman).

Perbedaan perlakuan pencucian mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap tingkat penurunan residu pestisida. Menurut Amvrazi (2011) dalam Maruli (2012), penurunan jumlah residu dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu daya larut dan hidrolisis. Residu pestisida dapat melarut pada air pencuci. Hal ini berkaitan dengan sifat fisik dan kimia, yaitu kelarutan dalam air dan pH air pencuci. Residu pestisida dapat terhidrolisis tergantung pada jumlah air yang ada, pH, konsentrasi pestisida.

Perendaman menggunakan larutan asam seperti asam sitrat dapat menurunkan residu pestisida sebesar 46,99%, hal ini dikarenakan sifat senyawa klorpirifos yang stabil pada kondisi dengan pH yang asam (European Commission, 2005 dalam Maruli, 2012). Larutan asam sitrat memiliki penurunan yang lebih banyak dari pada air rendaman PAM hal ini dikarenakan asam sitrat memiliki tingkat reduksi yang lebih tinggi dari pada air rendaman PAM (Sathpaty, 2012 dalam Maruli, 2012).

Perendaman menggunakan larutan cuka mengalami penurunan sebesar 35,53%, hal ini dikarenakan klorpirifos bersifat stabil pada pH yang asam (European Commision, 2005 dalam Maruli,2012), tetapi larutan asam cuka memiliki daya reduksi yang lebih tinggi dari pada air rendaman PAM (Sathpaty, 2012 dalam Maruli, 2012).

2.3 Penepungan Kulit Apel

Tepung adalah butiran kering dan halus dengan ukuran 50 sampai 200 μ yang terdiri dari komponen pati, serat, lemak, dan senyawa-senyawa kimia lainnya. Tepung merupakan alternatif bentuk pengolahan hasil pertanian yang bermanfaat, dimana dapat disesuaikan dengan tujuan pemakaian, kemudahan dan transportasi, ketahanan dalam penyimpanan, peningkatan nilai ekonomi, dan efisiensi penyimpanan bahan (Astawan dan Wahyuni, 1989). Tepung dapat dibuat dengan cara pemanasan dan pengurangan kadar air, kemudian bahan dengan kadar air yang telah cukup rendah yaitu 10%, ditumbuk halus, dan dilakukan pengayakan seragam (Syarif dan Irawati, 1988).

Penanganan kulit apel mengalami permasalahan yaitu singkatnya umur simpan karena tingginya kadar air pada kulit apel. Kadar air yang tinggi akan memicu tumbuhnya mikroba yang akan menyebabkan kulit apel membusuk (Wijana *et al.*, 2013) Penepungan merupakan suatu metode pengolahan yang menghasilkan produk setengah jadi yang bertujuan untuk memudahkan aplikasinya sebagai bahan pangan. Teknologi penepungan merupakan salah satu proses alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan karena lebih tahan lama disimpan, mudah dicampur dengan tepung lain, diperkaya zat gizi, mudah dibentuk dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang ingin serba praktis (Pangastuti *et al.*, 2013). Metode penepungan yang sering diterapkan dalam produksi tepung yaitu metode basah dan metode kering. Pada metode basah maka harus dilakukan perendaman terlebih dahulu sebelum ditepungkan sedangkan metode kering tidak dilakukan perendaman (Suardi *et al.*, 2002).

Pembuatan tepung kulit apel dilakukan dengan modifikasi metode penepungan kulit manggis oleh Setyabudi (2012) dan Sarofa (2014). Proses

penepungan kulit apel terdiri dari beberapa tahap yaitu meliputi sortasi, perendaman, pencucian, penirisan, pengeringan dan pengayakan.

1. Sortasi

Proses awal dalam pembuatan tepung kulit apel yaitu sortasi bahan baku kulit apel. Proses sortasi bertujuan untuk memisahkan kulit apel yang masih dalam keadaan baik dengan kulit apel yang sudah rusak/ busuk. Pada proses sortasi dilakukan secara manual untuk mendapatkan kualitas kulit apel yang baik.

2. Pencucian

Tahap berikutnya yaitu pencucian dimana kulit apel yang telah disortasi kemudian dicuci dengan menggunakan air bersih mengalir. Tujuan pencucian adalah untuk memisahkan kulit apel dari kontaminan seperti kotoran, tanah, debu dan mikroba.

3. Perendaman

Selanjutnya yaitu merupakan tahap perendaman, perendaman bertujuan untuk mencegah terjadinya pencoklatan pada kulit apel. Pada saat buah apel dipotong maka akan terjadi aktivitas molekul, molekul tersebut disebut dengan fenol dan enzim yang bernama fenolase. Ketika dipotong molekul oksigen yang ada diudara dapat bereaksi dengan fenol dan fenolase (*Buta et al*, 1999). Perendaman akan membatasi jumlah oksigen yang kontak dengan jaringan kulit apel, sehingga pencoklatan akibat reaksi oksidasi dapat diminimalkan (Friedman, 1996). Perendaman disini dilakukan dengan menggunakan larutan asam. Perendaman dengan menggunakan larutan asam akan mencegah terjadinya pencoklatan karena oksigen akan bereaksi terlebih dulu dengan asam dari pada bereaksi dengan enzim fenolase pada bahan. Asam akan menurunkan pH dari jaringan bahan untuk meminimalisasi aktivitas dari fenolase, pH dibawah 3 akan menghambat sebagian besar aktivitas enzim fenolase (Sapers, 1993). Perendaman kulit apel disini menggunakan larutan asam sitrat 0,3% dengan lama waktu 15 menit. Pada penelitian sebelumnya dilakukan perendaman dengan 0,3% asam asetat, 0,3% natrium metabisulfat atau air selama 1 jam pada kulit buah manggis.

Dimana hasilnya dapat mencegah reaksi pencoklatan dan menstabilkan antosianin (Setyabudi, 2012).

4. Pencucian/ Pembilasan dan Penirisan

Proses selanjutnya yaitu pencucian atau pembilasan dengan air. Hal ini bertujuan untuk membilas kulit apel dari larutan asam dan membersihkan kulit apel dari kotoran yang melekat. Pencucian dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan air bersih mengalir agar kulit benar-benar bersih kemudian dilakukan penirisan sebelum masuk ke tahap pengeringan. Sebelum masuk ke tahap selanjutnya kulit apel yang telah ditiriskan ditata diatas royang/ rak kabinet pengering otomatis.

5. Pengeringan

Proses berikutnya yaitu proses pengeringan, pengeringan merupakan suatu proses menghilangkan kandungan air dalam produk. Suhu dan lama pengeringan berpengaruh sangat nyata terhadap aktivitas antioksidan. Kondisi tersebut disebabkan proses pengeringan mengakibatkan rusaknya zat aktif yang terkandung dalam suatu bahan pangan (Winarno, 2002). Proses pengeringan disini menggunakan alat pengering otomatis (*cabinet dryer*) dengan menggunakan suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ (Setyabudi, 2012). Suhu yang digunakan menggunakan suhu yang relatif rendah selama ± 18 jam.

6. Penggilingan dan Pengayakan

Proses selanjutnya yaitu penggilingan, setelah kulit apel kering kemudian digiling menggunakan alat penepung untuk memperkecil ukuran sehingga mudah untuk dilakukan pengayakan. Kulit apel yang telah digiling kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 80 *mesh*.

2.4 Biskuit

Biskuit atau *biscuit* berasal dari bahasa Latin (*bis coctus*) yang artinya dimasak dua kali. Biskuit di wilayah Amerika Serikat biasa disebut dengan *cookie*, artinya kue kecil yang dipanggang (Midiana, 2012). Pendapat lain

menyatakan bahwa biskuit adalah produk yang diperoleh dengan memanggang adonan dari tepung terigu dengan penambahan bahan makanan lain dan dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan pangan yang diizinkan lain Wijaya (2010). Biskuit memiliki ciri-ciri yaitu lapisan kulit coklat keemasan tanpa noda-noda coklat, berbentuk simetris, bagian atas rata dan sisi-sisi lurus, tekstur renyah serta lembut (Yunisa, 2013). Menurut SNI 2973-2011 biskuit adalah produk makanan kering yang dibuat dengan cara memanggang adonan yang terbuat dari tepung terigu dengan atau substitusinya, minyak atau lemak dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Berdasarkan SNI 2973-2011 biskuit diklasifikasikan dalam 4 jenis :

1. Biskuit keras yaitu merupakan jenis kue kering yang dibuat dari jenis adonan yang keras dimana jumlah *shortening* dan gula yang digunakan lebih sedikit berbentuk pipih dan bila dipatahkan potongan penampangnya memiliki tekstur padat.
2. *Crackers* adalah jenis kue kering yang dibuat dari adonan keras melalui proses fermentasi atau pemeraman, bentuknya pipih dan rasanya lebih mengarah ke rasa asin dan gurih, teksturnya renyah dan bila dipatahkan penampang potongannya berlapis-lapis.
3. *Wafer* adalah jenis kue kering yang dibuat dari adonan cair dimana jumlah air yang ditambahkan lebih banyak, memiliki pori-pori yang kasar, relatif renyah dan bila dipatahkan maka penampang potongannya berongga-rongga.
4. *Cookies* adalah jenis kue kering yang dibuat dari adonan yang lunak dimana jumlah lemak dan gula yang digunakan lebih banyak, teksturnya cenderung keras dan relatif renyah.

Biskuit sebelum diproduksi dan dikonsumsi oleh konsumen harus memenuhi standar minimal persyaratan produk tersebut dapat disebut biskuit. Suatu standar kualitas biskuit telah dibuat di Indonesia untuk menentukan biskuit yang dapat diterima sesuai mutu standar yang saat diterima konsumen. Persyaratan ini tentu tidak sama antara biskuit satu dengan lainnya bergantung pada bahan baku pembuatan dan bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan biskuit, serta sasaran

konsumen biskuit. Persyaratan mutu biskuit sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Syarat Mutu Biskuit SNI 2973-2011

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	-Bau		Normal
	-Rasa		Normal
	-Warna		Normal
2	Air	% (b/b)	Maksimal 5%
3	Protein	% (b/b)	Minimal 5%
4	Abu	% (b/b)	Maksimal 1,5
5	Bahan tambahan makanan		
	5.1. Pewarna		Sesuai SNI 0222-M No 722/Men.
	5.2. Pemanis		Tidak boleh ada
6	Asam lemak bebas (sebagai asam oleat)	% (b/b)	Maksimal 1,0
7	Cemaran logam		
	7.1. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 10,0
	7.2. Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 0,5
	7.3. Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40,0
	7.4. Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimal 0,05
	7.5. Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 0,5
	7.6. Kadmium (Cd)	mg/kg	Maksimal 0,2
8	Cemaran mikroba		
	8.1. Angka Lempeng Total (ALT)	koloni/g	Maksimal $1,0 \times 10^4$
	8.2. <i>Coliform</i>	APM/g	Maksimal 20
	8.3. <i>Eschericia coli</i>	APM/g	<3
	8.4. Kapang	koloni/g	Negatif
			Maksimal 2×10^2
	8.5. <i>Salmonella sp.</i>	-	Negatif/25g
	8.6. <i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g	Maksimal 1×10^2
	8.7. <i>Bacillus cereus</i>	koloni/g	Maksimal 1×10^2

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2011).

2.5 Bahan-bahan Pembuatan Biskuit

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan biskuit terbagi dalam dua kelompok, yaitu bahan pengikat dan bahan pelembut. Bahan-bahan yang

berfungsi sebagai pengikat adalah tepung terigu. Berdasarkan NZIC (2016), bahan-bahan yang berfungsi sebagai pelembut adalah gula, lemak, dan kuning telur, sedangkan bahan yang umumnya digunakan dalam pembuatan roti yakni tepung, telur, lemak, gula, garam, dan bahan pengembang.

1. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan utama dalam pembuatan biskuit yang berfungsi membentuk struktur biskuit. Tepung terigu adalah tepung yang dibuat dari endosperma biji gandum *Triticum aestivum* L (*club wheat*) dan/atau *Triticum compactum* Host atau campuran keduanya dengan penambahan Fe, Zn, Vitamin B1, Vitamin B2, dan Asam Folat sebagai fortifikan (Peraturan Menteri Perindustrian, 2011). Mutu terigu yang dikehendaki yakni terigu yang memiliki kadar air 14%, kadar protein 8-12%, kadar abu 0,25-0,60% dan gluten basah 24-36% (Astawan, 2004). Pembuatan biskuit sebaiknya menggunakan tepung terigu protein rendah (8-9%) agar dihasilkan kue yang rapuh dan kering merata. Tepung terigu mempengaruhi tekstur setelah pemangangan, kekerasan dan bentuk dari biskuit (Widianto *et al.*, 2002).



Gambar 2.2 Tepung terigu

Sumber: Shpingle, 2016.

Tepung terigu mempengaruhi tekstur *cookies* karena mengandung gluten. Gluten akan terbentuk ketika tepung terigu dicampurkan dengan air. Gluten terbentuk dari dua kompleks yang dikenal sebagai gliadin dan glutenin. Glutenin

membantu terbentuknya kekuatan dan kekerasan adonan. Gliadin lebih lembut dan mempengaruhi perpaduan dan elastisitas adonan. Glutenin mengandung lebih banyak lipida dalam tepung terigu dalam bentuk lipoprotein (Widianto et al., 2002). Sementara Didi (2015) mengemukakan terigu berfungsi untuk membentuk kerangka kue kering. Kandungan tepung terigu tiap 100 gram berdasarkan data USDA (2016) dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3. Komposisi kimia tepung terigu tiap 100 gram

Komponen	Jumlah
Energi	367 kkal
Kadar air	11,85 g
Protein	8,89 g
Total lemak	1,43 g
Karbohidrat	77,32 g
Serat	2,4 g
Total gula	0,54 g

Sumber : USDA (2016).

2. Margarin

Margarin merupakan produk lemak setengah padat yang merupakan emulsi dengan tipe *water in oil (w/o)* yaitu fase air berada di dalam fase minyak, dengan persyaratan mengandung tidak kurang 80 % lemak. Margarin merupakan pengganti mentega dengan rupa, bau, konsistensi, rasa dan nilai gizi yang hampir sama dengan mentega. Dibiidang pangan, penggunaan margarin telah dikenal secara luas terutama dalam *baking* dan *cooking* yang bertujuan untuk menambah citarasa bahan pangan (Winarno, 2004). Margarin digunakan dalam pembuatan biskuit didasarkan pada sifat plastismya yang dapat menghasilkan biskuit yang renyah. Sifat plastis yang didapatkan dari margarin menyebabkan adonan yang terbentuk akan mempunyai daya gabung dengan udara lebih besar. Semakin besar volume jumlah gelembung udara yang diserap oleh lemak dalam adonan, maka semakin besar pula volume yang dihasilkan dan tekstur akan semakin halus (Meilgaard et al. 2006).

Margarin merupakan bahan pengganti mentega dengan rupa, bau, konsistensi, rasa, dan nilai gizi yang hampir sama dengan mentega. Margarin yang berasal dari minyak inti sawit (lemak nabati) yang mengandung asam

lemak tidak jenuh, seperti asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat yang sebelum dijadikan margarin dihidrogensi dahulu. Margarin dalam pembuatan biskuit memiliki peranan penting yaitu sebagai pelumas yang akan memperbaiki struktur, mempermudah pemotongan (*slicing*), memberi kelembutan dan keempukan, serta memperpanjang umur simpan (Paran 2009).



Gambar 2.3 Margarin

Sumber: Maxfield, (2017).

Tabel 2.4 Komposisi kimia maragarin tiap 100 gram

Komponen	Jumlah
Energi	717 kkal
Kadar air	17,94 g
Protein	0,85 g
Total lemak	81,11 g
Karbohidrat	0,06 g
Serat	0,00 g
Total gula	0,06 g

Sumber: USDA (2016).

3. Gula

Pembuatan biskuit jenis gula yang digunakan adalah gula halus. Gula dalam proses pembuatan biskuit selain sebagai pemberi rasa manis, juga berfungsi memperbaiki tekstur, memberikan warna pada permukaan biskuit, mempengaruhi pengembangan biskuit dan mempunyai kemampuan menurunkan aktivitas air (a_w) dan mengikat air (Hidayat *et al.*, 2004). Kadar gula yang tinggi dapat menyebabkan adonan keras dan regas (mudah patah), daya lekat adonan tinggi, adonan kuat dan setelah dipanggang bentuk kue kering menyebar (Winarno, 2004). Didi (2015) menyatakan gula berfungsi memberi rasa manis dan memberi warna atau menggosongkan kue. Jumlah dan kualitas gula yang baik akan berpengaruh terhadap tekstur. Gula yang sering dipakai adalah gula bubuk atau gula tepung, karena gula pasir berbutir kasar akan susah larut saat dikocok sehingga membuat pori-pori menjadi besar.



Gambar 2.4 Gula Halus

Sumber: Green, 2012.

Gula bubuk mengalami proses penghalusan sehingga berbentuk bubuk. Kadang disebut juga dengan tepung gula. Karena mudah larut, gula ini cocok digunakan untuk membuat krim atau menjadi taburan pada cake atau kue

kering. Gula bubuk ada yang mengandung pati jagung sehingga tidak mudah menggumpal (Sihombing, 2013). Komposisi kimia gula halus tiap 100 gram berdasarkan data USDA (2016) dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.5. Komposisi kimia gula halus tiap 100 gram

Komponen	Jumlah
Energi	389 kkal
Kadar air	0,23 g
Protein	0,00 g
Total lemak	0,00 g
Karbohidrat	99,77 g
Serat	0,00 g
Total gula	97,81 g

Sumber: USDA (2016).

4. Telur

Telur terdiri dari tiga komponen utama, yaitu bagian kulit telur 8-11%, putih telur (albumen) 57-65% dan kuning telur 27-32% (Koswara, 2009). Telur berpengaruh terhadap tekstur produk *pastry* karena telur mempunyai fungsi emulsifikasi, pelembut tekstur, dan daya pengikat. Penggunaan kuning telur menghasilkan tekstur biskuit yang lembut, tetapi struktur dalam biskuit tidak sebaik jika digunakan keseluruhan bagian telur. Telur berfungsi sebagai pengikat bahan-bahan lain, sehingga struktur biskuit lebih stabil. Telur juga berfungsi sebagai pengembang karena menangkap udara selama pengocokan. Putih telur bersifat sebagai pengikat/ pengeras, sedangkan kuning telur bersifat sebagai pengempuk (Farida, *et al.*, 2008).



Gambar 2.5 Telur

Sumber: Figoni, 2008.

Telur memiliki sifat-sifat fisiko kimia yang sangat berguna dalam pengolahan pangan. Sifat-sifat tersebut meliputi daya busa, emulsi, koagulasi dan warna. Kemampuan telur membentuk busa menyebabkan telur banyak digunakan sebagai bahan pengembang dalam produk pangan, misalnya produk bakeri, cake, biskuit dan *souffe*. Busa merupakan dispersi koloid dari fase gas dalam fase cair, yang dapat terbentuk pada saat telur dikocok. Mekanisme terbentuknya busa telur adalah terbukanya ikatan-ikatan dalam molekul protein sehingga rantai protein menjadi lebih panjang. Kemudian udara masuk diantara molekul-molekul yang terbuka rantainya dan tertahan sehingga terjadi pengembangan volume. Busa dibentuk oleh beberapa protein dalam putih telur yang mempunyai kemampuan dan fungsi yang berbeda-beda. *Ovomucin* mampu membentuk lapisan atau film yang tidak larut dalam air dan dapat menstabilkan busa yang terbentuk. Globulin mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kekentalan dan menurunkan kecenderungan pemisahan cairan dari gelembung udara. Disamping itu, globulin juga dapat menurunkan tegangan permukaan, sehingga membantu tahapan pembentukan busa. Tegangan permukaan yang rendah diperlukan untuk membentuk gelembung udara yang kecil, banyak dan lembut. Ovalbumin adalah protein yang dapat membantu membentuk busa yang kuat (Koswara, 2009). Didi (2015) menyatakan telur berfungsi sebagai pengembang dan perekat adonan dalam pembuatan kue kering. Kandungan kuning dan putih telur (segar) tiap 100 gram dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.6. Komposisi kimia kuning dan putih telur (segar) tiap 100 gram

Komponen	Kuning Telur	Putih Telur
Energi	322 kkal	52 kkal
Kadar air	52,31 g	87,57g
Protein	15,86 g	10,90 g
Total lemak	26,54 g	0,17 g
Karbohidrat	3,59 g	0,73 g
Serat	0,00 g	0,00 g
Total gula	0,56 g	0,71 g

Sumber: USDA (2016).

5. Vanili

Vanili (*Vanilla planifolia*) merupakan tanaman penghasil bubuk vanili yang biasa dijadikan pengharum makanan. Bubuk ini dihasilkan dari buahnya yang berbentuk polong. Tanaman vanili diperkenalkan pertama kali oleh suku indian di Meksiko (Sindo, 2011).

Flavor dan aroma unik vanili berasal dari senyawa fenolik vanilin (kandungan \pm 98% dari total komponen flavor vanili) serta dari senyawa lainnya. Vanili yang merupakan komponen utama senyawa aromatik volatil dari buah vanili mempunyai rumus molekul $C_8H_8O_3$ dengan nama IUPAC 4-hidroksi-3-metoksi benzaldehyd. Vanili merupakan salah satu *flavoring agent* yang penggunaannya cukup luas. Penggunaan vanili saat ini sebesar 60% sebagai bahan aditif industri makanan dan minuman. Dalam industri makanan vanili digunakan untuk es krim, coklat, biskuit dan lain-lain (Yuliani, 2008).

Aini (2013) menyatakan ada 4 jenis vanili yang beredar di pasaran yaitu:

1. Vanili ekstrak. Dibuat dari vanili kering yang direndam dalam alkohol. Vanili jenis ini termasuk yang paling banyak digunakan karena dapat meningkatkan rasa dan aroma kue.
2. Vanili esens (artificial vanili extract). Produk ini terbentuk dari senyawa kimia, oleh karena itu hanya dapat memberikan aroma. Penggunaan vanili ini dengan konsentrasi yang tinggi dapat menimbulkan rasa pahit pada makanan.

3. Vanili bubuk merupakan produk sintetis yang memiliki karakteristik yang hampir sama dengan vanili esens.
4. Vanili batang merupakan biji vanili asli yang dikeringkan. Cara penggunaannya biasanya biji vanili utuh dibelah memanjang lalu diambil isinya kemudian dicampur ke dalam makanan.

2.6 Proses Pembuatan Biskuit

Pada proses pembuatan biskuit secara garis besar terdiri dari pencampuran (*mixing*), pencetakan (*cutting*) dan pemanggangan (*bucking*). Berikut merupakan tahapan pembuatan biskuit secara umum.

1. Persiapan

Pada tahap persiapan dilakukan persiapan bahan penyusun yang akan digunakan dalam produksi suatu jenis biskuit dalam penelitian ini yang dipersiapkan antara lain tepung terigu, tepung kulit apel, gula bubuk, kuning telur, margarin dan vanilli. Setelah itu dilakukan pencampuran adonan.

2. Pencampuran Adonan

Pencampuran atau *mixing* bertujuan untuk mencampurkan semua komponen bahan agar menjadi suatu massa yang seragam sehingga diperoleh adonan yang baik serta untuk menghasilkan adonan dengan karakteristik tertentu Menurut Suryani *et al* (2008) proses ini akan mempengaruhi keseragaman rasa, tekstur, dan warna kue. Ada dua metode dasar pencampuran adonan biskuit, yaitu metode krim (*creaming method*) dan metode *all in*. Pada metode krim bahan-bahan tidak dicampur secara langsung melainkan dicampur secara bertahap. Urutan pencampuran yaitu lemak, telur, gula kemudian ditambah pewarna dan *essens*. Sedangkan pada metode *all in* semua bahan dicampur secara langsung bersama tepung (Yunisa, 2013).

3. Pengadonan

Pengadonan merupakan proses pencampuran dari berbagai bahan dasar agar semua bahan tercampur merata (homogen). Pengadonan merupakan faktor yang penting dalam pembuatan biskuit. Pengadonan akan

menentukan tekstur biskuit yang dihasilkan. Mutu adonan antara lain dipengaruhi oleh jumlah air yang ditambahkan, lama pengadukan dan temperatur pengadukan. Jika jumlah air yang ditambahkan terlalu banyak maka adonan akan menjadi basah dan lengket sehingga menyulitkan proses selanjutnya. Lama pengadukan yang baik biasanya sekitar 15-25 menit. Jika kurang dari 15 menit atau lebih dari 15 menit kondisi adonan akan menjadi rapuh, keras dan kering. Suhu yang baik selama pengadukan yaitu sekitar 25°C (Manley, 1998).

Pengadukan adonan bertujuan agar bahan tercampur rata, sehingga menghasilkan permukaan dan serat adonan yang halus. Pengadukan adonan berakhir ditandai dengan adonan yang kalis. Adapun yang dimaksud kalis adalah tercapainya pengadukan maksimum hingga terbentuk permukaan film pada adonan. Tanda adonan yang kalis adalah jika adonan tidak lagi menempel pada wadah, tangan, dan saat adonan dilebarkan akan terbentuk lapisan tipis yang elastis (Rahzarni, 2010).

4. Penggilingan dan Pencetakan

Adonan yang telah jadi kemudian digiling menjadi lembaran dengan ketebalan kurang lebih 0,03 cm. Penggilingan dan pencetakan adonan sebaiknya dilakukan segera mungkin setelah adonan terbentuk. Penggilingan dilakukan berulang agar dihasilkan adonan yang halus dan kompak (Yunisa, 2013). Untuk menghindari lengketnya adonan terhadap cetakan, cetakan dioles dengan sedikit lemak secara merata. Menurut Sultan (1986), lemak yang digunakan untuk memoles tidak boleh berlebihan karena dapat menyebabkan terlalu lengket dan terlalu melebarnya *cookies* yang dihasilkan.

5. Pemanggangan

Tahap pemanggangan merupakan proses yang kritis dalam pembuatan biskuit. Banyak faktor yang mempengaruhi pemanggangan diantaranya adalah tipe oven, metode pemanasan dan jenis bahan yang digunakan. Kondisi pemanggangan yang baik akan menghasilkan biskuit dengan kenampakan dan tekstur yang diinginkan. Proses ini harus dilakukan secara cermat, karena jika produk yang dihasilkan mempunyai kadar air yang terlalu rendah, maka akan diperoleh produk yang gosong dan warna yang

tidak diinginkan. Sebaliknya jika kadar air terlalu tinggi, maka tekstur akan lembek dan terjadi perubahan rasa. Selama pemanggangan, terjadi beberapa perubahan yaitu pengurangan densitas produk biskuit karena pengembangan tekstur berpori (perubahan tekstur), penurunan kadar air hingga 1-5% dan perubahan warna pada permukaan produk (Fellows, 2000). Menurut Hartoyo (2008), ketika proses pemanggangan dilakukan, warna adonan akan berubah menjadi kecoklatan akibat reaksi *Maillard* (reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amina primes). Perubahan yang terjadi pada awal pemanggangan adalah peningkatan volume biskuit yang disebabkan oleh gelatinisasi akibat air terbatas. Pengembangan kompleks pati-protein-air membentuk struktur biskuit, terlepasnya CO₂ dari dalam permukaan dan menguapnya air, maka struktur biskuit menjadi keras (Manley, 1998).

6. Pendinginan

Setelah proses pemanggangan selesai dilakukan maka proses selanjutnya yaitu proses pendinginan. Pendinginan bertujuan untuk menurunkan suhu biskuit dengan cepat. Pendinginan dilakukan agar segera terjadi pengerasan biskuit karena sesaat setelah pemanggangan biskuit. Lemak dan gula masih berbentuk cair sehingga tekstur biskuit agak lunak dan elastis. Jika sudah dingin lemak dan gula akan kembali menjadi padat dan tekstur biskuit mengeras (Manley, 1998).

2.7 Linear Programming

Pemrograman linier (*linear programming*) merupakan salah satu teknik riset operasi yang mampu menyelesaikan masalah optimasi sejak diperkenalkan di akhir dasawarasa 1940-an. Riset operasi merupakan metode untuk menformulasikan dan merumuskan permasalahan sehari-hari ke dalam pemodelan matematika untuk mendapatkan solusi yang optimal (Bustani, 2005). Subagyo (2000), mengatakan program linear adalah suatu model umum yang dapat digunakan dalam pemecahan masalah pengalokasian sumber-sumber yang terbatas secara optimal. Program linear mencakup perencanaan kegiatan-kegiatan untuk mencapai hasil yang optimal yaitu suatu hasil yang

mencerminkan tercapainya sasaran tertentu yang paling baik (menurut model matematika) diantara alternatif-alternatif yang mungkin dengan menggunakan fungsi linear. Pokok pikiran dalam menggunakan program linear adalah dengan merumuskan masalah dari informasi yang tersedia, kemudian menerjemahkannya dalam bentuk model matematika (Suparno, 2009).

Menurut Bustani (2005) dalam program linear terdapat dua macam fungsi linear sebagai berikut:

1. Fungsi tujuan (*objective function*) yaitu fungsi yang mengarahkan analisis untuk mendeteksi tujuan perumusan masalah. Fungsi tujuan hanya mempunyai kemungkinan bentuk maksimasi dan dapat juga minimasi.
2. Fungsi kendala/batasan (*constraint*) yaitu fungsi yang mengarahkan analisis untuk mengetahui sumber daya yang tersedia dan permintaan atas sumber daya tersebut. Fungsi kendala dapat berupa persamaan ($=$) atau pertidaksamaan (\leq atau \geq). Simbol \leq akan selalu dijumpai pada fungsi kendala yang berupa pembatas dan simbol \geq akan selalu dijumpai pada fungsi kendala yang berupa syarat.

Masalah program linear dengan dua variabel dapat diselesaikan dengan menggunakan metode grafik, tetapi untuk model-model dengan tiga variabel atau lebih metode grafik tidak praktis untuk digunakan. Dalam metode grafik diperlihatkan bahwa program linear yang optimal selalu berkaitan dengan titik ekstrim atau titik sudut dari ruang pemecahan, gagasan ini dengan tepat mengatur pengembangan metode simpleks. Metode simpleks mengidentifikasi satu pemecahan dasar awal lalu bergerak secara sistematis ke pemecahan dasar lainnya yang memiliki potensi untuk memperbaiki nilai fungsi tujuan. Pada akhirnya, pemecahan dasar yang bersesuaian dengan nilai optimal akan diidentifikasi dan proses akan berhenti (Suparno, 2009). Siringoringo (2005), mengemukakan linearitas ditunjukkan oleh adanya 4 sifat tambahan yang merupakan asumsi dasar, yaitu :

1. Sifat proporsionalitas merupakan asumsi aktivitas individual yang dipertimbangkan secara bebas dari aktivitas lainnya. Sifat proporsionalitas dipenuhi jika kontribusi setiap variabel pada fungsi tujuan atau penggunaan sumber daya yang membatasi proporsional terhadap level nilai variabel.
2. Sifat additivitas mengasumsikan bahwa tidak ada bentuk perkalian

silang diantara berbagai aktivitas, sehingga tidak akan ditemukan bentuk perkalian silang pada model. Sifat ini dipenuhi jika fungsi tujuan merupakan penambahan langsung kontribusi masing-masing variabel keputusan untuk fungsi pembatas (kendala). Sifat additivitas dipenuhi jika nilai kanan merupakan total penggunaan masing-masing variabel keputusan.

3. Sifat divisibilitas berarti unit aktivitas dapat dibagi ke dalam sembarang level fraksional, sehingga nilai variabel keputusan noninteger dimungkinkan.
4. Sifat kepastian menunjukkan bahwa semua parameter model berupa konstanta. Artinya koefisien fungsi tujuan maupun fungsi pembatas merupakan suatu nilai pasti, bukan merupakan nilai dengan peluang tertentu.

Linear programming dalam bidang pangan dapat diaplikasikan untuk formulasi pangan agar memenuhi kebutuhan nutrisi tertentu dengan biaya yang rendah (Ferguson *et al.*, 2006), operasi pengalengan (Fainerman dan Saguy, 2006), evaluasi nilai ekonomi dari produk suplementasi dan fortifikasi (Rambeloso *et al.*, 2008), menentukan batasan konsumsi mikronutrien (Ashworth dan Ferguson, 2009), serta menentukan anggaran dana agar dapat memilih makanan sehat (Darmon *et al.*, 2003). Penggunaan *linear programming* dalam bidang pangan juga harus ditentukan fungsi tujuan dan fungsi batasan model. Fungsi tujuan dapat berupa nilai minimal atau maksimal, sedangkan fungsi batasan ditentukan melalui pertimbangan berapa kebutuhan nutrisi sasaran, serta porsi dan rasa produk (De Carvalho *et al.*, 2015).

Penelitian terdahulu telah menggunakan *linear programming* dalam bidang pangan diantaranya untuk optimasi energi bubur „instan pendamping ASI dari ubi jalar terfermentasi (Mufida *et al.*, 2015), optimasi formula bubur instan sebagai pangan darurat (Putriana dan Putri, 2016), formulasi MP ASI berbasis tepung kecambah kacang tunggak dan tepung jagung (Ismayanti dan Harjiono, 2015), optimasi pembuatan food bars sebagai pangan darurat dari ubi jalar ungu dan tepung kecambah kacang gude (Nurmasita dan Nisa, 2014), optimasi energibagiak dari tepung sukun (Putri *et al.*, 2015), optimasi energimie kering dari tepung sukun dan tepung kacang hijau (Yulianingsih *et al.*, 2015), serta optimasi penggunaan susu bubuk dalam formulasi bubur instan MP-ASI

berbasis tepung kecambah kacang hijau dan tepung jagung (Listyoningrum dan Harjiono, 2014).

Penggunaan *linear programming* dalam penentuan formulasi makanan sangat membantu dari sisi kandungan nutrisi, namun tidak semua kombinasi bahan berdasarkan *linear programming* menghasilkan makanan yang bisa diterima (De Carvalho *et al.*, 2015). De Carvalho *et al.* (2015), menggunakan *linear programming* untuk membuat formulasi bubur bernutrisi dengan biaya rendah yang ditujukan bagi anak usia 1-2 tahun dengan fungsi batasan didasarkan kebutuhan nutrisi berdasarkan Recommended Nutrient Intakes (RNIs) dari FAO dan Recommended Daily Allowances (RDAs) dari USDA.

2.8 Gizi Seimbang untuk anak laki-laki dan perempuan usia 10-12 tahun

Menurut Badan POM. (2013) pedoman pangan jajanan anak sekolah untuk pencapaian gizi seimbang untuk anak laki-laki dan perempuan usia 10-12 tahun menjelaskan bahwa:

Keberagaman jenis pangan dan keseimbangan gizi dalam pola konsumsi pangan dibutuhkan tubuh untuk hidup sehat, aktif dan produktif. Dengan memperhatikan masih ditemukannya anak sekolah dengan status gizi kurang dan pendek, bahkan mulai meningkatnya prevalensi status gizi lebih pada anak sekolah, maka pemenuhan gizi seimbang menjadi penting untuk dilaksanakan guna menciptakan generasi sumber daya manusia yang lebih berkualitas dan berdaya saing.

Pemenuhan gizi seimbang, setiap sumber zat gizi mempunyai peran dan porsi yang berbeda. Pemenuhan gizi seimbang pada anak sekolah dibedakan berdasarkan kelompok umur yaitu kelompok umur 7-9 tahun dan 10-12 tahun, serta dikelompokkan berdasarkan jenis kelamin mulai umur 10 tahun, karena kebutuhan gizi yang berbeda. Perbedaan porsi antara anak usia 10-12 tahun (laki-laki dan perempuan) dengan anak usia 7-9 tahun adalah pada porsi makanan pokok, sayur dan makanan sumber hewani. Porsi makanan pokok, sayur dan makanan sumber hewani untuk anak usia 10-12 tahun (laki-laki dan perempuan) lebih banyak dibanding dengan anak usia 7-9 tahun. Percepatan pertumbuhan yang berbeda antara anak perempuan dan anak laki-laki, karena anak laki-laki lebih aktif sehingga membutuhkan energi

lebih banyak untuk aktifitasnya. Anak laki-laki memiliki otot lebih banyak dibanding anak perempuan. Walaupun anak laki-laki memiliki otot lebih banyak namun sebaliknya jaringan lemak lebih sedikit. Jaringan otot lebih aktif daripada jaringan lemak sehingga membutuhkan energi maupun zat gizi lebih banyak.

Penelitian ini menggunakan kalori pada anak usia 10-12 tahun dan jenis kelamin laki-laki. Kebutuhan energi pada anak laki-laki usia 10-12 tahun sebesar 2100 kkal sedangkan Kebutuhan energi pada anak perempuan usia 10-12 tahun sebesar 2000 kkal. Kalori untuk anak jenis kelamin perempuan akan terpenuhi apabila kalori yang digunakan pada anak jenis kelamin laki-laki karena kalori yang dibutuhkan anak laki-laki lebih besar. Pada umur 10-12 tersebut anak-anak mengalami pertumbuhan yang lebih cepat dan membutuhkan energi untuk beraktivitas sehari-hari, sehingga penentuan kalori pada penelitian ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan energi/kalori sehari-hari untuk anak-anak.

Tabel 2.7. Kebutuhan energi untuk anak laki-laki dan perempuan

Golongan	Berat	Tinggi	Energi	Protein	Lemak	Karbohidrat	Air	Serat
Umur	(kg)	(cm)	(kkal)	(gram)	(gram)	(gram)	(ml)	(gram)
7-9 tahun	27	130	1850	49	72	254	1900	26
10–12 tahun	34	142	2100	56	70	289	1800	30
(laki-laki)								
10–12 tahun	36	145	2000	60	67	275	1800	28
(perempuan)								

Sumber: BPOM (2013).

2.9 Klaim Pangan Sumber Serat

Klaim pada suatu produk pangan harus memenuhi peraturan yang telah diterapkan oleh pemerintah. Klaim adalah segala bentuk uraian yang menyatakan, menyarankan atau secara tidak langsung menyatakan perihal karakteristik tertentu suatu pangan yang berkenaan dengan asal usul, kandungan gizi, sifat, produksi, pengolahan, komposisi atau faktor mutu lainnya (BPOM Nomor 13, 2016). Di Indonesia, klaim suatu produk olahan pangan telah diatur dalam peraturan KBPOM Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Klaim Pangan yang diatur dalam BPOM meliputi klaim gizi, klaim kesehatan, dan klaim indeks glikemik. Aturan klaim kandungan zat gizi pada pangan olahan dapat dilihat pada tabel 2.9

Tabel 2.8. Aturan klaim kandungan zat gizi pada pangan olahan

Komponen	Klaim	Persyaratan	
		tidak kurang dari	
Serat	Sumber	3 g	per 100 g (dalam bentuk padat) atau
		1,5 g	per 100 ml (dalam bentuk cair)
	Tinggi/Kaya	6 g	per 100 g (dalam bentuk padat atau
		3 g	per 100 ml (dalam bentuk cair)

Sumber: BPOM Nomor 13 (2016).

Menurut Peraturan BPOM (2016) Nomor 13, produk pangan dapat diklaim sumber serat jika mengandung 3 g ALG (Acuan Label Gizi) per 100 g (dalam bentuk padat) dan 1,5 g ALG per 100 ml (dalam bentuk cair). Nilai ALG (Acuan Label Gizi) serat masyarakat Indonesia kategori anak-anak usia 7-11 tahun yakni sebesar 5 gram, sehingga pangan klaim sumber serat wajib mengandung serat minimal 3 gram/100 gram produk (BPOM Nomor 13, 2016). Angka kecukupan gizi yang dijadikan acuan dalam Acuan kecukupan gizi (AKG) perhitungan klaim pangan olahan dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Peraturan BPOM Nomor 13 (2016) tentang klaim pangan mensyaratkan pangan olahan yang mencantumkan klaim pada label harus memenuhi asupan per saji tidak lebih dari 18 g lemak total, 4 g lemak jenuh, 60 mg kolesterol, dan 300 mg natrium. Takaran saji produk olahan pangan kategori 15.0 berupa

makanan ringan siap santap berbahan dasar kentang, umbi, sereal, tepung atau pati (dari umbi dan kacang) non-ekstrudat memiliki rintang takaran saji sebesar 20–40 g (BPOM Nomor 9, 2015).

Tabel 2.9. Angka Kecukupan Gizi (AKG)

Kelompok umur	BB (kg)	TB (cm)	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)
Laki-laki						
10-12 tahun	34	142	2100	56	70	289
13-15 tahun	46	158	2475	72	83	340
16-18 tahun	56	165	2675	66	89	368
19-29 tahun	60	168	2725	62	91	375
30-49 tahun	62	168	2625	65	73	394
50-64 tahun	62	168	2325	65	65	349
65-80 tahun	60	168	1900	62	53	309
80+ tahun	58	168	1525	60	42	248
Perempuan						
10-12 tahun	36	145	2000	60	67	275
13-15 tahun	46	155	2125	69	71	292
16-18 tahun	50	158	2125	59	71	292
19-29 tahun	54	159	2250	56	75	309
30-49 tahun	55	159	2150	57	60	323
50-64 tahun	55	159	1900	57	53	285
65-80 tahun	54	159	1550	56	43	252
80+ tahun	53	159	1425	55	40	232

Sumber: PMK Nomor 75 (2013).

2.10 Serat

Serat merupakan zat non gizi yang mempunyai efek positif bagi sistem metabolisme manusia. Sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan sumber serat pangan yang sangat mudah ditemukan dalam bahan makanan. Sayuran merupakan menu yang hampir selalu terdapat dalam hidangan sehari-hari masyarakat Indonesia, baik dalam keadaan mentah atau setelah diolah menjadi berbagai macam bentuk masakan. Akhir-akhir ini adanya perubahan pola konsumsi pangan di Indonesia menyebabkan berkurangnya konsumsi sayuran dan buah-buahan di Indonesia.

Istilah serat makanan (*dietary fiber*) harus dibedakan dengan istilah serat kasar (*crude fiber*) yang biasa digunakan dalam analisa proksimat bahan pangan. Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia, yang di-gunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat (H_2SO_4 1.25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1.25%).

Sedang serat makanan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan.

Serat kasar ialah sisa bahan makanan yang telah mengalami proses pemanasan dengan asam kuat dan basa kuat selama 30 menit yang dilakukan di laboratorium. Dengan proses seperti ini dapat merusak beberapa macam serat yang tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak dapat diketahui komposisi kimia tiap-tiap bahan yang membentuk dinding sel. Oleh karena itu serat kasar merendahkan perkiraan jumlah kandungan serat sebesar 80% untuk hemisellulosa, 50-90% untuk lignin dan 20-50% untuk selulosa (Piliang dan Djojosoebagio).

Definisi terbaru tentang serat makanan yang disampaikan oleh *the American Association of Cereal Chemist* (AACC, 2001) adalah merupakan bagian yang dapat dimakan dari tanaman atau karbohidrat analog yang resisten terhadap pencernaan dan absorpsi pada usus halus dengan fermentasi lengkap atau partial pada usus besar. Serat makanan tersebut meliputi pati, polisakarida, oligosakarida, lignin dan bagian tanaman lainnya (AACC, 2001).

Beberapa karbohidrat tidak dapat dihidrolisa oleh enzim-enzim pencernaan pada manusia. Sisa yang tidak dicerna ini dikenal dengan diet serat kasar yang kemudian melewati saluran pencernaan dan dibuang dalam feses. Serat makanan ini terdiri dari dinding sel tanaman yang sebagian besar mengandung 3 macam polisakarida yaitu selulosa, zat pectin dan hemisellulosa. Selain itu juga mengandung zat yang bukan karbohidrat yakni lignin (Piliang dan Djojosoebagio, 2002).

Mutu serat makanan dapat dilihat dari komposisi komponen serat makanan, dimana komponen serat makanan terdiri dari komponen yang larut (*Soluble Dietary Fiber*, SDF) dan komponen yang tidak larut (*Insoluble Dietary Fiber*, IDF) (Harland and Oberleas, 2001). Sekitar sepertiga dari serat makanan total (*Total Dietary Fiber*, TDF) adalah serat makanan yang larut (SDF), sedangkan kelompok terbesarnya merupakan serat yang tidak larut (IDF) (Prosky and De Vries, 1992).

Serat yang tidak larut dalam air ada tiga macam yaitu selulosa, hemisellulosa dan lignin. Serat tersebut banyak terdapat pada sayuran, buah-buahan dan kacang-kacangan. Sedang serat yang larut dalam air adalah pectin, musilase dan gum. Serat ini juga banyak terdapat pada buah-buahan

sayuran dan sereal sedang gum banyak terdapat pada aksia (Piliang dan Djojosoebagio, 2002).

Serat sangat bermanfaat bagi tubuh, diantaranya adalah mencegah terjadinya konstipasi, kanker, memperkecil resiko penyakit usus besar, menurunkan kadar kolesterol, membantu mengontrol kadar gula dalam darah, mencegah wasir, dan lain-lain (Piliang dan Djojosoebagio, 2002).

2.11 Daya Terima Makanan

Daya terima terhadap makanan sebagai tingkat kesukaan atau ketidakkesukaan individu terhadap suatu jenis makanan. Diduga tingkat kesukaan ini sangat beragam pada setiap individu terutama pada anak-anak. Sehingga akan berpengaruh terhadap konsumsi pangan (Dewinta, 2010). Sementara itu Menurut Rudatin (1997) yang dikutip oleh Jairani (2010), daya terima makanan adalah kesanggupan seseorang untuk menghabiskan makanan yang disajikan.

Menurut Wirakusumah (1995), kesukaan terhadap makanan didasari oleh sensorik, sosial, psikologi, agama, emosi, budaya, kesehatan, ekonomi, cara persiapan, dan pemasakan makanan serta faktor-faktor terkait lainnya. Penilaian anak-anak terhadap kualitas makanan berbeda-beda tergantung selera dan kesenangannya. Perbedaan suku, pengalaman, umur, dan tingkat ekonomi seseorang mempunyai penilaian tertentu terhadap jenis makanan, sehingga standar kualitas makanan sulit untuk ditetapkan. Ada beberapa aspek yang dapat dinilai dari daya terima makanan oleh anak-anak antara lain adalah:

1. Penampilan dan cita rasa makanan

Menurut Moehyi (2000) cita rasa makanan mencakup 2 aspek utama yaitu penampilan makanan sewaktu dihidangkan dan rasa makanan pada saat dimakan dan warna makanan memegang peranan utama dalam penampilan makanan karena merupakan rangsangan pertama pada indera mata. Anak-anak cenderung memilih warna makanan yang cerah, menarik dan tampak alamiah sehingga meningkatkan cita rasa makanan tersebut.

2. Konsistensi atau Tekstur Makanan

Konsistensi atau tekstur makanan juga merupakan komponen yang turut menentukan cita rasa makanan karena sensitifitas indera cita rasa dipengaruhi oleh konsistensi makanan. Anak-anak cenderung menyukai makanan yang berkonsistensi padat atau kental sehingga akan memberikan rangsangan lebih lambat terhadap indera kita. Pada biskuit kulit apel memiliki tekstur yang padat, dapat dilihat pada proporsi 70:30 memiliki daya patah 5,66 N, sehingga memiliki tekstur yang kokoh dan padat.

3. Rasa Makanan

Rasa makanan merupakan faktor kedua yang menentukan cita rasa makanan setelah penampilan makanan itu sendiri. Apabila penampilan makanan yang disajikan merangsang saraf melalui indera penglihatan sehingga mampu membangkitkan selera untuk mencicipi makanan itu, maka pada tahap selanjutnya rasa makanan itu akan ditentukan oleh rangsangan terhadap indera penciuman dan indera perasa. Anak-anak cenderung lebih suka makanan yang manis, pada biskuit kulit apel sudah dipastikan rasa yang di hasilkan manis, karena penambahan gula pada produk biskuit kulit apel.

4. Aroma Makanan

Aroma yang disebarkan oleh makanan merupakan daya tarik yang sangat kuat dan mampu merangsang indera penciuman sehingga membangkitkan selera. Timbulnya aroma makanan disebabkan oleh terbentuknya senyawa yang mudah menguap sebagai akibat atau reaksi karena pekerjaan enzim atau dapat juga terbentuk tanpa bantuan reaksi enzim. Anak-anak sangat suka makanan yang beraroma sedap, pada biskuit kulit apel terjadi proses karamelisasi merupakan reaksi pencoklatan non enzimatik yang terjadi karena adanya kandungan gula pada produk yang diolah pada suhu tinggi, sehingga mengeluarkan aroma yang sedap (Anggraeni, 2016).

Dapat disimpulkan dari berbagai aspek daya terima makanan oleh anak-anak, biskuit kulit apel sangat sesuai dengan selera yang diinginkan oleh anak-anak, sehingga biskuit kulit apel sangat layak untuk di konsumsi anak-anak di Indonesia.

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juni 2017 sampai Desember 2017 di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Pengujian hasil penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan untuk pembuatan tepung kulit apel antara lain, ember, baskom, *slicer*, timbangan digital, pipet ukur 5 ml, bulb, gelas ukur 1000 ml, gelas arloji, spatula logam, pengaduk kaca, keranjang, loyang, pengering kabinet otomatis, plastik, blender (philips), ayakan 80 mesh, kuas, dan sendok. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan biskuit adalah oven (Cosmos CO-958), *mixer* (Miyako HM-620), *rolling pin*, baskom, cetakan kue, plastik, sendok. Peralatan yang digunakan untuk analisa antara lain *color reader*, pH meter, gelas beaker 250 ml, tisu, tabung sentrifuge 50 ml, *vortex*, *sentrifuge*, cawan, oven listrik, botol semprot, oil bath, viskometer, *spindle* L3 dan L4, kompor listrik, desikator, penjepit, pipet tetes, erlenmeyer 250 ml, spektrofotometer, kertas saring, corong kaca, pendingin balik, penjepit tabung, dan alat-alat *glassware*.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian khususnya dalam pembuatan tepung yaitu kulit apel varietas manalagi diperoleh dari CV. Bagus Agriseta Mandiri, Kota Batu, Jawa Timur. Bahan yang diperlukan untuk pembuatan tepung kulit apel antara lain asam sitrat (kristal), akuades.

Bahan yang digunakan dalam pembuatan biskuit adalah tepung terigu (Kunci Biru), margarin (*Blue band*), gula bubuk (Semut), vanili yang dibeli di Toko AVIA Malang, telur ayam. Bahan yang digunakan untuk analisa antara lain *Petroleum Eter* (PE), alcohol 10%, HCl 25%, NaOH 45%, tablet Kjeldahl, H₂SO₄ pekat, indikator Phenolptalein (PP), H₃BO₃, indikator *metil red*, HCl 0,1 N, methanol 98%.

3.3 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk memperoleh formulasi biskuit yang tepat meliputi jumlah gula halus, jumlah margarin, dan jumlah kuning telur. Hasil dari penelitian pendahuluan ini digunakan untuk menentukan batas masing-masing bahan baku yang kemudian menjadi parameter dalam penentuan formulasi biskuit menggunakan metode *linear programming*. Formulasi terpilih ditentukan dengan mengamati secara fisik dan juga uji organoleptik (hedonik) hasil terbaik dari penelitian Chandra, (2018). Hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu membuat biskuit formulasi 1 dengan proporsi tepung kulit apel 30% : tepung terigu 70% meliputi tepung kulit apel 13 g, tepung terigu 31 g, kuning telur 12 g, mentega 22 g, gula halus 22 g, per 100 g bahan baku. Formulasi 2 dengan proporsi tepung kulit apel 50% : tepung terigu 50%, meliputi tepung kulit apel 22 g, tepung terigu 22 g, kuning telur 12 g, mentega 22 g, gula halus 22 g, per 100 g bahan baku. Formulasi 3 dengan proporsi tepung kulit apel 70% dan tepung terigu 30%, meliputi tepung kulit apel 31 g dan tepung terigu 13 g, mentega 22 g, gula halus 22 g, per 100 g bahan baku. Formulasi 1 dominasi tepung terigu, formulasi 2 seimbang, formulasi 3 dominasi tepung kulit apel. Kombinasi perlakuan yang dilakukan dijelaskan sebagai berikut :

- Formulasi 1 = tepung kulit apel 30% : tepung terigu 70%.
- Formulasi 2 = tepung kulit apel 50 % : tepung terigu 50%.
- Formulasi 3 = tepung kulit apel 70 % : tepung terigu 30%.

Berdasarkan penelitian pendahuluan biskuit yang dihasilkan dari berbagai proporsi memiliki hasil dengan karakteristik fisik dapat dilihat pada Tabel 3.1.

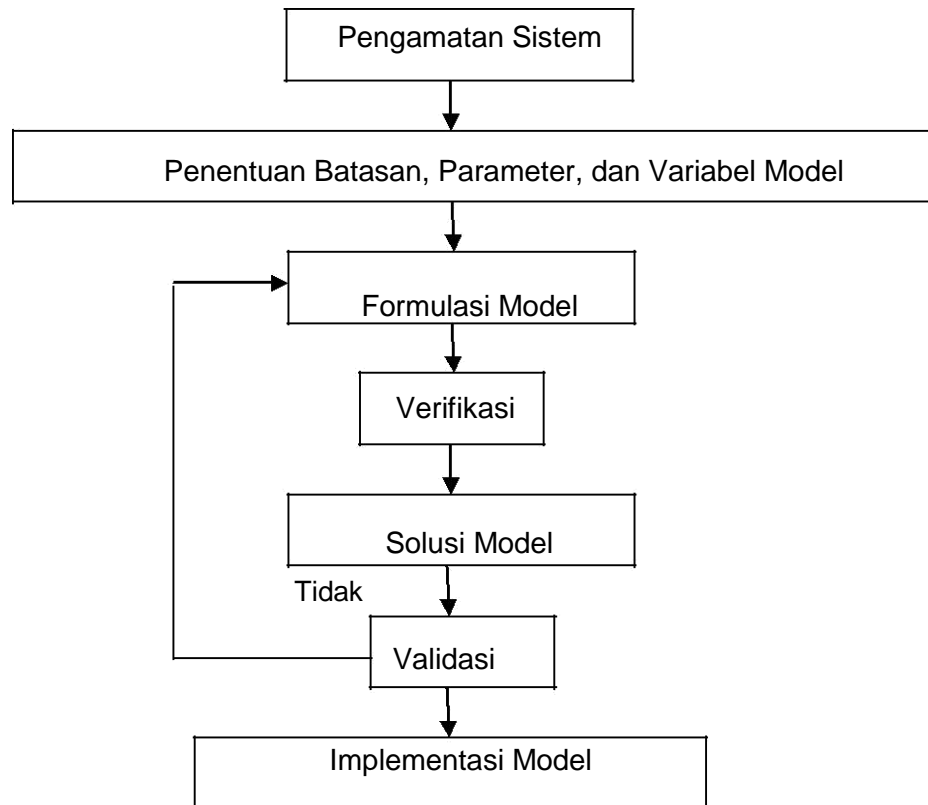
Tabel 3.1 Hasil Penelitian Pendahuluan Proporsi Tepung

Perlakuan	Hasil
Formulasi 1	Tekstur renyah, warna coklat muda
Formulasi 2	Tekstur renyah, warna coklat
Formulasi 3	Tekstur renyah, warna coklat gelap

Dari penelitian pendahuluan yang telah dilakukan dapat dilihat dari hasil secara fisik biskuit memiliki karakteristik yang berberda-beda dan masih dapat diterima. Penentuan formulasi tersebut berdasarkan pada sifat fisik dan organoleptik sederhana seperti tekstur, warna, dan rasa sehingga proposi dari 3 formulasi penelitian pendahuluan di implementasikan dengan metode *linier programming*. Tiga Formulasi kemudian disimulasikan dalam model matematis menggunakan program POM-QM berdasarkan kandungan kimia masing-masing bahan baku. Batasan yang digunakan dalam menentukan formulasi biskuit yakni syarat energi/kalori yang optimal berdasarkan peraturan BPOM RI sehingga diperoleh formulasi berdasarkan BPOM RI.

3.4 Metode Penelitian

Penelitian optimasi formula biskuit kulit apel menggunakan metode *linear programming* untuk menentukan kadar energi/kalori akhir produk dengan bantuan aplikasi *POM-QM for Windows* versi 3.0 yang dikembangkan oleh *Prentice-Hall*. Metode ini menggunakan model matematis yang didahului dengan penelitian eksperimental sederhana sebagai penelitian pendahuluan untuk menentukan batas-batas jumlah bahan yang digunakan (minimal dan maksimal). Langkah-langkah pemecahan masalah optimasi menggunakan metode *linear programming* diuraikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Pemecahan masalah optimasi (modifikasi dari Putri *et al.*, 2015).

3.4.1 Pengamatan Sistem

Sistem yang dimodelkan adalah sistem pembuatan biskuit sumber energi/kalori berbahan tepung kulit apel. Pengamatan terhadap sistem pengolahan biskuit menunjukkan kondisi sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah tepung kulit apel, tepung terigu, margarin, gula halus, dan kuning telur.
2. Syarat kecukupan nutrisi sesuai sumber energi/kalori optimal untuk anak-anak usia 10-12 tahun yakni 2100 Kkal berdasarkan aturan BPOM RI (2013).
3. Proses pembuatan biskuit meliputi persiapan, pembuatan tepung kulit apel, penimbangan, pencampuran, pencetakan, dan pengovenan.
4. Kandungan gizi produk yang dihasilkan diharapkan sesuai dengan standar mutu SNI (2011), serta memiliki warna, rasa, aroma, dan kenampakan yang dapat diterima oleh masyarakat.

3.4.2 Penentuan Batasan, Variabel Model, dan Parameter

Pembuatan biskuit kulit apel dalam penelitian ini dilakukan penentuan-penentuan sebagai berikut:

1. **Batasan** yang digunakan dalam penyusunan model pembuatan biskuit kulit apel yakni jumlah protein, lemak, karbohidrat dan kalori tiap bahan yang jumlahnya dapat memenuhi persyaratan sumber energi optimal berdasarkan aturan BPOM RI (2013).
2. **Variabel** dalam model ini yakni bahan yang digunakan dalam pembuatan biskuit kulit apel meliputi tepung kulit apel, tepung terigu, gula halus, margarin, dan kuning telur.
3. **Parameter** yang digunakan berupa kadar protein, karbohidrat, lemak dan total energi (kalori) masing-masing bahan.

3.4.3 Formulasi, Verifikasi, dan Solusi Model Matematis

1. Formulasi 1

Pembuatan formulasi model biskuit kulit apel, digunakan asumsi model sebagai berikut :

1. Terdapat perubahan kandungan zat gizi pada bahan pangan akibat proses pengolahan
2. Terdapat susut berat kumulatif akibat proses pengolahan
3. Vanilla tidak diikutsertakan dalam model formulasi karena dibutuhkan dalam jumlah sedikit dengan perbandingan tetap terhadap produk yang dibuat.

Pemodelan formula biskuit kulit apel melibatkan 5 variabel meliputi :

X_1 = Jumlah tepung kulit apel

X_2 = Jumlah tepung terigu

X_3 = Jumlah gula halus

X_4 = Jumlah kuning telur

X_5 = Jumlah margarin

Selanjutnya ditentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala dalam pemodelan matematis sebagai berikut :

4. Fungsi Tujuan : untuk memaksimalkan energi biskuit kulit apel yang

didasarkan pada optimalisasi pemakaian bahan baku.

$$\begin{aligned} Z_{\max} &= K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \\ &= 359,39 X_1 + 357 X_2 + 399 X_3 + 289 X_4 + 7.2 X_5 \end{aligned}$$

Dimana : K_1 = Nilai kalori kulit apel per 100 gram bahan baku

K_2 = Nilai kalori tepung terigu per 100 gram bahan bau

K_3 = Nilai kalori gula halus per 100 gram bahan baku

K_4 = Nilai kalori kuning telur per 100 gram bahan baku

K_5 = Nilai kalori margarin per 100 gram bahan baku

5. Fungsi kendala atau batasan, meliputi :

1. Kadar karbohidrat

$$K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \geq 0,6963$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan biskuit kulit apel, kadar karbohidrat pada produk akhir minimal 69,63 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

2. Kadar protein

$$K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \geq 0,1349$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan biskuit kulit apel, kadar protein pada produk akhir minimal 13,49 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

3. Kadar lemak

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{mg}X_3 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \geq 0,1686$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan biskuit kulit apel, kadar lemak pada produk akhir minimal 16,86 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

- Jumlah bahan dalam campuran adalah 100 gram
 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 100$ gram

- Bahan yang digunakan bernilai lebih dari
 $0 \leq X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 < \infty$

- Jumlah Tepung kulit apel
 $X_1 = 13$

Tepung kulit apel ditambahkan dalam pembuatan biskuit kulit apel yakni sebanyak 13% atau 13 gram/100 gram adonan. Penentuan ini berdasarkan penelitian pendahuluan, dimana pada jumlah ini rasa dan kulit apel cukup terasa.

- Jumlah Kuning Telur
 $X_4 = 12$

Kuning telur dibatasi jumlahnya sebanyak 12% atau 12 gram/100 gram bahan campuran. Penentuan ini berdasarkan penelitian pendahuluan dengan mempertimbangkan tekstur adonan dan biskuit yang dihasilkan, serta untuk menghindari kolesterol berlebih dari kuning telur yang digunakan.

- Tepung terigu
 $X_2 = 31$

Tepung terigu dibatasi jumlahnya minimal sebanyak 12% atau 12 gram/100 gram bahan campuran. Penentuan jumlah tepung terigu didasarkan pada penelitian pendahuluan. Penambahan tepung terigu kurang dari 31% membuat adonan tidak kalis dan biskuit yang dihasilkan menjadi keras, sedangkan penambahan tepung terigu lebih dari 31% menutupi rasa dan aroma biskuit kulit apel yang dihasilkan.

Dalam penelitian ini 3 komponen yang dimasukkan ke dalam nilai RHS pada *linear programming* adalah tepung kulit apel, tepung terigu, dan kuning telur, karena tiga komponen tersebut mempengaruhi hasil total kalori yang diinginkan.

2. Formulasi 2

Pembuatan formulasi model biskuit kulit apel, digunakan asumsi model sebagai berikut :

1. Terdapat perubahan kandungan zat gizi pada bahan pangan akibat proses pengolahan
2. Terdapat susut berat kumulatif akibat proses pengolahan
3. Vanilla tidak diikutsertakan dalam model formulasi karena dibutuhkan

dalam jumlah sedikit dengan perbandingan tetap terhadap produk yang dibuat.

Pemodelan formula biskuit kulit apel melibatkan 5 variabel meliputi :

X_1 = Jumlah tepung kulit apel

X_2 = Jumlah tepung terigu

X_3 = Jumlah gula halus

X_4 = Jumlah kuning telur

X_5 = Jumlah margarin

Selanjutnya ditentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala dalam pemodelan matematis sebagai berikut :

4. Fungsi Tujuan : untuk memaksimalkan energi biskuit kulit apel yang didasarkan pada optimalisasi pemakaian bahan baku.

$$\begin{aligned} Z_{\max} &= K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \\ &= 359,39 X_1 + 357 X_2 + 399 X_3 + 289 X_4 + 7.2 X_5 \end{aligned}$$

Dimana : K_1 = Nilai kalori kulit apel per 100 gram bahan baku

K_2 = Nilai kalori tepung terigu per 100 gram bahan baku

K_3 = Nilai kalori gula halus per 100 gram bahan baku

K_4 = Nilai kalori kuning telur per 100 gram bahan baku

K_5 = Nilai kalori margarin per 100 gram bahan baku

5. Fungsi kendala atau batasan, meliputi :

1. Kadar karbohidrat

$$K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \geq 0,6963$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan biskuit kulit apel, kadar karbohidrat pada produk akhir minimal 69,63 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

2. Kadar protein

$$K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \geq 0,1349$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan biskuit kulit apel, kadar protein pada produk akhir minimal 13,49 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar

persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

3. Kadar lemak

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{mg}X_3 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \geq 0,1686$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan biskuit kulit apel, kadar lemak pada produk akhir minimal 16,86 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

- Jumlah bahan dalam campuran adalah 100 gram
 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 100$ gram
- Bahan yang digunakan bernilai lebih dari 0
 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 > 0$

- Jumlah Tepung kulit apel

$$X_1 = 22$$

Tepung kulit apel ditambahkan dalam pembuatan biskuit kulit apel yakni sebanyak 22% atau 22 gram/100 gram adonan. Penentuan ini berdasarkan penelitian pendahuluan, dimana pada jumlah ini rasa dan kulit apel terasa.

- Jumlah tepung terigu

$$X_2 = 22$$

tepung terigu yang ditambahkan dalam pembuatan biskuit kulit apel yakni sebanyak 22% atau 22 gram/100 gram. Penentuan ini diperoleh dari penelitian pendahuluan dengan mempertimbangkan rasa, warna, dan tekstur biskuit kulit apel.

- Jumlah Kuning Telur

$$X_4 = 12$$

Kuning telur dibatasi jumlahnya sebanyak 12% atau 12 gram/100 gram bahan campuran. Penentuan ini berdasarkan penelitian pendahuluan dengan mempertimbangkan tekstur adonan dan biskuit yang dihasilkan, serta untuk menghindari kolesterol berlebih dari kuning telur yang digunakan.

Dalam penelitian ini 3 komponen yang di masukkan kedalam nilai RHS pada *linear programming* adalah tepung kulit apel, tepung terigu, dan kuning telur, karena tiga komponen tersebut mempengaruhi hasil total kalori yang

diinginkan.

4. Formulasi 3

Pembuatan formulasi model biskuit kulit apel, digunakan asumsi model sebagai berikut :

1. Terdapat perubahan kandungan zat gizi pada bahan pangan akibat proses pengolahan
2. Terdapat susut berat kumulatif akibat proses pengolahan
3. Vanilla tidak diikutsertakan dalam model formulasi karena dibutuhkan dalam jumlah sedikit dengan perbandingan tetap terhadap produk yang dibuat.

Pemodelan formula biskuit kulit apel melibatkan 5 variabel meliputi :

X_1 = Jumlah tepung kulit apel

X_2 = Jumlah tepung terigu

X_3 = Jumlah gula halus

X_4 = Jumlah kuning telur

X_5 = Jumlah margarin

Selanjutnya ditentukan fungsi tujuan dan fungsi kendala dalam pemodelan matematis sebagai berikut :

4. Fungsi Tujuan : untuk memaksimalkan energi biskuit kulit apel yang didasarkan pada optimalisasi pemakaian bahan baku.

$$\begin{aligned} Z_{\max} &= K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \\ &= 359,39 X_1 + 357 X_2 + 399 X_3 + 289 X_4 + 7.2 X_5 \end{aligned}$$

Dimana : K_1 = Nilai kalori kulit apel per 100 gram bahan baku

K_2 = Nilai kalori tepung terigu per 100 gram bahan bau

K_3 = Nilai kalori gula halus per 100 gram bahan baku

K_4 = Nilai kalori kuning telur per 100 gram bahan baku

K_5 = Nilai kalori margarin per 100 gram bahan baku

5. Fungsi kendala atau batasan, meliputi :

1. Kadar karbohidrat

$$K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \geq 0,6963$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan biskuit kulit apel, kadar karbohidrat pada produk akhir minimal 69,63 gram

per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

2. Kadar protein

$$K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + K_4 X_4 + K_5 X_5 \geq 0,1349$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan *food bar*, kadar protein pada produk akhir minimal 13,49 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

3. Kadar lemak

$$K_{kh}X_1 + K_kX_2 + K_{mg}X_3 + K_{gm}X_5 + K_{cm}X_6 \geq 0,1686$$

Berdasarkan campuran bahan baku yang digunakan pada pembuatan *food bar*, kadar lemak pada produk akhir minimal 16,86 gram per 100 gram bahan. Jumlah batasan tersebut mengacu kepada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013).

- Jumlah bahan dalam campuran adalah 100 gram
 $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 = 100$ gram
- Bahan yang digunakan bernilai lebih dari 0
 $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 > 0$
- Jumlah Tepung kulit apel

$$X_1 = 31$$

Tepung kulit apel ditambahkan dalam pembuatan biskuit kulit apel yakni sebanyak 31% atau 31 gram/100 gram adonan. Penentuan ini berdasarkan penelitian pendahuluan, dimana pada jumlah ini rasa dan kulit apel sangat terasa.

- Jumlah Tepung Terigu

$$X_2 = 13$$

Tepung terigu yang ditambahkan dalam pembuatan biskuit kulit apel yakni sebanyak 13% atau 13 gram/100 gram. Penentuan ini diperoleh dari penelitian pendahuluan dengan mempertimbangkan rasa, warna, dan tekstur pada biskuit kulit apel.

- Jumlah Kuning Telur

$$X_4 = 12$$

Kuning telur dibatasi jumlahnya sebanyak 12% atau 12 gram/100 gram bahan campuran. Penentuan ini berdasarkan penelitian pendahuluan dengan mempertimbangkan tekstur adonan dan biskuit yang dihasilkan, serta untuk menghindari kolesterol berlebih dari kuning telur yang digunakan.

Dalam penelitian ini 3 komponen yang di masukkan kedalam nilai RHS pada *linear programming* adalah tepung kulit apel, tepung terigu, dan kuning telur, karena tiga komponen tersebut mempengaruhi hasil total kalori yang diinginkan.

3.4.4 Validasi

Pada tahap validasi, digunakan data empirik dari parameter sistem berupa data hasil analisa kimia masing-masing bahan baku. Data yang diperlukan yakni kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, dan kalori masing-masing bahan baku. Analisis kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, dan kalori dilakukan sebanyak satu kali ulangan yang kemudian hasilnya digunakan sebagai parameter dalam pembuatan model formulasi.

3.4.5 Implementasi model

Pada tahap ini, formulasi pembuatan biskuit kulit apel hasil *linear programming* yang telah divalidasi selanjutnya diterapkan menjadi sebuah produk. Produk dibuat sebanyak 1 kali ulangan. Produk yang dihasilkan kemudian dilakukan uji kimia meliputi kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar serat dan total kalori. Produk juga akan diuji secara fisik meliputi warna dan daya patah.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan bahan baku berupa tepung kulit apel dan pembuatan biskuit kulit apel dengan formulasi yang didapatkan dari *linear programming*.

3.6 Pelaksanaan Percobaan

3.6.1 Pembuatan Tepung Kulit Apel (Modifikasi Setyabudi, 2012 dan Sarofa, 2014)

1. Sortasi kulit buah apel
2. Penimbangan kulit buah apel yang telah disortasi
3. Pembuatan larutan perendaman yaitu larutan asam sitrat 0,3%
4. Pencucian kulit apel dengan air bersih mengalir
5. Perendaman kulit buah apel pada larutan asam sitrat 0,3% selama 15 menit
6. Penirisan dan pencucian dengan air bersih mengalir sebanyak 3 kali
7. Pengeringan dengan menggunakan kabinet pengering otomatis dengan suhu 50°C selama ± 18 jam.
8. Penggilingan kulit apel dengan alat penepung selama ± 1 menit
Pengayakan tepung kulit apel menggunakan alat saringan berukuran 80 *mesh*.

3.6.2 Pembuatan Biskuit (Modifikasi Midiana, 2012)

1. Pencampuran margarin gula halus dan vanili dengan *mixer* kecepatan sedang hingga lembut dan berwarna pucat
2. Penambahan kuning telur (12%) kedalam adonan dengan *mixer* kecepatan sedang hingga rata
3. Penambahan tepung kulit apel : tepung terigu (50:50)% ke dalam adonan dengan *mixer* hingga rata
4. Adonan dipipihkan dengan *rolling pin* hingga ketebalan $\pm 0,2$ cm
5. Pencetakan dengan menggunakan cetakan berdiameter 5 cm
6. Oven dipanaskan hingga suhu 120°C
7. Adonan yang telah dicetak dipanggang selama 15 menit dengan suhu 120°C
8. Pendinginan

3.6.3 Analisa Sifat Fisikokimia Biskuit Kulit Apel

- 1 Analisa kadar air (AOAC, 1995)
- 2 Analisa kadar karbohidrat *by difference* (AOAC, 1995)
- 3 Analisa kadar protein (AOAC, 2005)
- 4 Analisa kadar lemak (AOAC, 1995)
- 5 Analisa kadar serat kasar (Sudarmadji, 1996)
- 6 Analisa tekstur (Yuwono dan Susanto, 1988)
- 7 Analisa warna (Yuwono dan Susanto, 1988)

3.7 Analisis Data

Data karakteristik fisik dianalisis dengan ANOVA menggunakan program SPSS versi 16.0. Analisis data perlakuan fisik menggunakan Analisis data Data hasil pengujian perlakuan terbaik kemudian ditentukan berdasarkan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1982) dengan parameter total kalori, serat kasar, protein dan kadar air. data perlakuan terbaik akan dibandingkan dengan biskuit komersil yang sudah dipasarkan yaitu Biskuit Roma dan Biskuit Belvita.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Tepung Kulit Apel

4.1.1 Karakteristik Kimia Tepung Kulit Apel

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung kulit apel. Analisa pada bahan baku bertujuan untuk mengetahui karakteristik bahan baku tepung kulit apel yang digunakan dalam pembuatan biskuit kulit apel. Analisa yang dilakukan meliputi analisa kadar air, kadar serat kasar, kadar pati dan warna. Data hasil analisa bahan baku tepung kulit apel dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Karakteristik kimia tepung kulit apel

Parameter	Tepung Kulit Apel	
	Hasil Analisa (%)	Pustaka
Protein	3,49	2,80 ^a
Lemak	2,19	9,96 ^a
Karbohidrat	80,73	59,96 ^a
Kadar Air	11,53	8,89 ^b
Serat kasar	6,00	18,76 ^b
Total Kalori	358,39	-

Sumber: ^a Romelle (2016), ^b Saputri (2015).

Kadar air merupakan salah satu sifat fisik pada bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan tersebut (Winarno, 2004). Kadar air pada tepung memiliki pengaruh penting terhadap kualitas tepung. Kadar air tepung kulit apel hasil analisa yakni 11,53 % lebih tinggi dibandingkan literatur 8,89%, tingginya kadar air tersebut dikarenakan perbedaan perlakuan pasca panen, kelembapan penyimpanan berbeda, dan sebagian air pada buah apel berada pada daging buah (Saputri, 2017). Penurunan kadar air pada tepung kulit apel di karenakan proses pengeringan menggunakan kabinet pengering suhu 55°C. Kadar air yang tinggi pada tepung akan menyebabkan tepung semakin cepat rusak karena rentan terhadap pertumbuhan jamur dan bau langu. Rendahnya kadar air menjadikan tepung kulit apel memiliki daya simpan yang lebih lama, karena air bebas kemungkinan telah menguap saat

proses pengeringan selama pembuatan tepung. Air yang tersisa dalam tepung sebagian besar air terikat, sehingga ketersediaan air bebas untuk aktivitas mikroba dan reaksi kimia sangat terbatas. Kadar air tepung kulit apel telah memenuhi standar mutu tepung terigu SNI 01-3728-1995 yang mensyaratkan maksimal kadar air 14%.

Kadar protein tepung tepung kulit apel hasil analisa yakni 3,49% sedangkan pada literatur sedikit lebih rendah yaitu 2,80%. Rendahnya protein pada tepung tepung kulit dikarenakan adanya perlakuan pendahuluan berupa perendaman dapat menurunkan kadar protein walaupun tidak signifikan terhadap tepung tanpa perlakuan pendahuluan. Hasil tersebut serupa dengan penelitian Ertas (2011) yang menyebutkan bahwa perendaman pada kacang kedelai dapat menurunkan kadar protein. Pembuatan biskuit sebaiknya menggunakan tepung dengan protein rendah (8-9%) supaya dihasilkan kue yang kokoh dan kering merata.

Total lemak tepung kulit apel hasil analisa yakni 2,19 % sedangkan pada literatur mempunyai total lemak lebih tinggi 9,96%. Pada literatur kulit buah yang digunakan berbeda dan faktor lainnya adalah metode pengujian yang berbeda, hal tersebut yang membuat hasil total lemak pengujian dan literatur berbeda. Kadar lemak yang terlampaui tinggi selain menjadi pertimbangan pada faktor gizi, juga dinilai kurang menguntungkan dalam proses penyimpanan tepung karena dapat menyebabkan ketengikan (Ambarsari *et al.*, 2009). Adanya perlakuan pendahuluan berupa perendaman dapat menurunkan kadar lemak secara signifikan. Berdasarkan penelitian lain, diketahui bahwa penurunan lemak pada perendaman terjadi pada *moth bean* (Mankotia dan Modgil, 2003), sedangkan pada perebusan terjadi pada kacang hijau (Mubarak, 2005) dan kacang gude (Iorgyer *et al.*, 2009). Adanya perendaman dapat mengaktifkan aktivitas enzim lipase yang dapat menghasilkan beberapa asam lemak bebas rantai pendek yang mudah larut ke dalam air pada media perendaman. Thongram *et al.* (2016) melaporkan kandungan lemak pada tepung merupakan salah satu faktor penting yang dapat meningkatkan tekstur, reologi dan kualitas keseluruhan produk.

Karbohidrat merupakan zat gizi makro yang penting bagi tubuh sebagai sumber energi utama untuk manusia. Karbohidrat berasal dari tumbuh-tumbuhan melalui proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari (Almatsier 2009). Fitriiningrum *et al.* (2013) menyatakan bahwa buah-buahan merupakan

sumber mikro nutrien yaitu vitamin dan mineral, selain itu buah-buahan juga memasok makro nutrien meskipun dalam jumlah kecil, terutama karbohidrat. Sebagai hasil fotosintesis, kelebihan karbohidrat akan disimpan di tempat penyimpanan cadangan makanan termasuk pada buah.

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama, di samping juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur dan lain-lain (Syarief dan Anies, 1988). Total karbohidrat tepung kulit apel yakni 80,73% sedangkan pada literatur memiliki total karbohidrat lebih rendah yakni 59,96%. Tingginya karbohidrat diakibatkan daging buah masih banyak menempel pada kulit apel yang di proses untuk pembuatan tepung kulit apel sedangkan pada literatur kulit buah yang digunakan berbeda dan faktor lainnya adalah metode pengujian yang berbeda, hal tersebut yang membuat hasil total karbohidrat pengujian dan literatur berbeda. Kadar karbohidrat pada buah apel segar varietas *Rome Beauty* adalah 11.13% dalam 100 gram buah sedangkan . Berdasarkan *United States Department of Agriculture* (2016) kandungan karbohidrat dalam buah apel yaitu 17.26 gram dalam 100 gram buah. Total karbohidrat erat kaitannya dengan kadar pati dalam tepung yang dibutuhkan dalam pembuatan biskuit. Kadar pati tepung tepung kulit apel ini sangat diperlukan dalam proses pembuatan biskuit.

Serat kasar merupakan serat-serat yang terkandung dalam bahan pangan yang tidak dapat tercerna dan memiliki sifat positif terhadap gizi dan metabolisme (Harahap, 2002). Kulit buah apel memiliki kandungan serat yang tinggi dibandingkan dengan buah apel. Hal tersebut dikarenakan serat kasar pada buah apel terdapat pada bagian kulit buah, dimana komponen non serat yang berada pada bagian kulit jumlahnya lebih rendah dibandingkan dengan serat. Kadar serat kasar tepung kulit apel hasil analisa yakni 6 %, sedangkan pada literatur yakni 16,02 %, kadar serat kasar tepung kulit apel dengan perlakuan jenis larutan perendam asam sitrat dan waktu perendaman paling lama yakni 120 menit lebih tinggi dibandingkan tepung kulit apel dengan perlakuan jenis larutan perendam akuades (Saputri, 2017). Perendaman dengan menggunakan larutan asam lebih efektif membuka struktur jaringan dalam bahan, yaitu secara hidrolisis karena adanya air dengan jumlah berlebih. Asam dalam larutan perendam berperan sebagai katalisator untuk memperbesar kereaktifan air sehingga hidrolisis dapat berlangsung lebih cepat

(Mastuti dan Setyawardhani, 2010). Hal tersebut menyebabkan komponen bahan yang bersifat larut air selain serat kasar, semakin banyak yang terlarut pada air rendaman, sehingga kadar serat kasar kulit apel dengan perlakuan jenis larutan perendam asam terhitung lebih tinggi dibandingkan kulit apel dengan perlakuan jenis larutan perendam akuades. Hasil analisa serat kasar lebih rendah dibanding dengan literatur di karenakan waktu perendaman tidak terlalu lama yakni 15 menit.

Nilai kalori pada tepung kulit apel yakni 358,39 kkal , total kalori didapatkan dari perhitungan secara empiris berdasarkan konversi dari nilai protein, lemak, dan karbohidrat. Setiap 1 gram protein bernilai 4 kkal, lemak 9 kkal, dan karbohidrat 4 kkal. Konversi ini merupakan konversi untuk protein, lemak, dan karbohidrat murni, tanpa memperhatikan darimana sumber, karakteristik, dan keterkaitannya dengan senyawa lain. Karakteristik setiap bahan berbeda-beda tergantung hasil nilai protein, lemak, dan karbohidrat yang didapat sehingga memungkinkan nilai kalori yang dihasilkan berbeda juga.

4.1.2. Karakteristik Fisik (Warna) Tepung Kulit Apel

Warna merupakan salah satu atribut penting untuk produk pangan. Warna bahan pangan dipengaruhi oleh kenampakan bahan tersebut dan kemampuannya untuk memantulkan, menyebarkan, menyerap, atau meneruskan sinar tampak (Hamsah, 2013). Warna tepung kulit apel diukur menggunakan alat *color reader* dengan 3 parameter yang terukur yaitu *lightness* (L^*), *redness* (a^*), dan *yellowness* (b^*).

Tabel 4.2 Rata-rata Warna tepung kulit apel

Parameter Warna	Hasil Warna
Kecerahan (L^*)	65,33
Kemerahan (a^*)	8,37
Kekuningan (b^*)	27,33

Rerata warna pada kulit apel yaitu nilai L^* 65,33, nilai a^* 8,37, nilai b^* 27,33. Menurut Saputri (2017) pengaruh perlakuan jenis larutan perendam dengan lama waktu perendaman pada pembuatan tepung kulit apel tidak memberikan pengaruh signifikan yang nyata terhadap nilai kecerahan, nilai kekuningan, dan nilai kemerahan pada tepung kulit apel. Keseluruhan tepung kulit apel dengan perlakuan jenis larutan dan lama waktu perendaman yang berbeda memiliki tingkat kecerahan, tingkat kemerahan, dan tingkat kekuningan yang tidak berbeda nyata. Hal tersebut diduga dikarenakan pada keseluruhan perlakuan, proses inaktivasi enzim fenolase yang terjadi belum berlangsung secara maksimal yang disebabkan konsentrasi asam yang digunakan rendah dan waktu perendaman yang singkat. Selain itu, adanya tahapan penyeragaman ukuran (pengayakan 80 mesh) yang dilakukan dalam proses pembuatan tepung kulit apel diduga menyebabkan tepung yang lolos ayakan memiliki warna yang seragam (Saputri,2017).

Reaksi pencoklatan pada tepung kulit apel dapat disebabkan adanya reaksi enzimatik senyawa polifenol dan enzim fenolase. Menurut Buta *et. al.* (1999) pencoklatan pada kulit apel pada umumnya disebabkan reaksi enzimatik, hal ini dikarenakan pada kulit apel mengandung substrat senyawa fenolik dan enzim fenolase. Pada proses pencoklatan yang terjadi, enzim polifenol oksidase mengkatalis oksidasi polifenol menjadi o-kuinon dengan adanya oksigen. O-kuinon selanjutnya akan berpolimerasi dan menyebabkan timbulnya pencoklatan atau timbulnya pigmen yang tidak diinginkan (Sun *et. al.*, 2012 dalam Saputri,2017). Proses perendaman dalam air dapat mencegah reaksi pencoklatan, hal ini dikarenakan air akan membatasi jumlah oksigen yang kontak dengan jaringan bahan, sehingga pencoklatan karena reaksi oksidasi dapat diminimalkan (Friedman, 1996 dalam Saputri,2017). Penggunaan asam-asam organik pada perendaman dapat mencegah terjadinya pencoklatan, dimana asam tersebut menciptakan kondisi yang tidak sesuai untuk aktivitas enzim fenolase yang merupakan katalis reaksi oksidasi dalam pencoklatan (Nurdjannah, 2008 dalam Saputri,2017). Pada perendaman menggunakan akuades, diduga kandungan asam pada kulit apel juga dapat menciptakan kondisi asam dalam larutan sehingga dapat menginaktivasi enzim fenolase. Apel mengandung beragam asam seperti asam asetat, format, dan 20 jenis asam lainnya (Susanto *et al.*, 2011 dalam Saputri, 2017).

4.2 Penyelesaian Model Matematis

Penyelesaian model matematis dilakukan dengan teknik *linear programming* menggunakan bantuan software POM QM untuk *windows* versi 3.0. Fungsi tujuan yang diinginkan adalah memaksimalkan potensi kalori (protein, karbohidrat, dan lemak) pada setiap bahan. Batas atas karbohidrat, lemak dan protein pada fungsi kendala/pembatas menggunakan standar kandungan gizi yang mengacu pada standar persyaratan kebutuhan karbohidrat pada anak-anak usia 10-12 tahun (BPOM, 2013). Formulasi biskuit kulit apel terdiri dari lima jenis bahan yaitu ktepung kulit apel (X_1), tepung terigu (X_2), gula halus (X_3), kuning telur (X_4), margarin (X_5).

Model matematis didapatkan dari hasil perhitungan kalori masing-masing bahan (**Lampiran**). Batasan untuk bahan baku yaitu tepung kulit apel, tepung terigu dan kuning telur masing-masing formulasi sebesar formulasi 1 dengan proporsi tepung kulit apel 30% : tepung terigu 70%, yakni kulit apel 31 gram, tepung terigu 13 gram, kuning telur 12 gram, formulasi 2 dengan proporsi kulit tepung kulit apel 50% : tepung terigu 50% yakni apel 22 gram, tepung terigu 22 gram, kuning telur 12 gram, formulasi 3 tepung kulit apel 70% : tepung terigu 30%, yakni kulit apel 13 gram, tepung terigu 31 gram, kuning telur 12 gram. Penambahan 0,5 g merupakan alokasi proporsi vanili untuk proporsi bahan baku, karena vanili tidak menghasilkan kalori. Pada total proporsi tersebut, bahan baku dapat terikat dengan baik oleh bahan pengikat (*binder*). Perbandingan bahan baku untuk setiap formula dipecahkan oleh aplikasi POM-QM untuk *windows* versi 3.0. Hasil formula yang diharapkan dari batasan kedua tepung adalah dominan tepung terigu (formulasi 1), seimbang (formulasi 2), dan dominan tepung kulit apel (formulasi 3). Adapun model matematis dijabarkan sebagai berikut:

Maksimasi: $Z_{\text{maks}} = 359,39 X_1 + 357 X_2 + 399 X_3 + 289 X_4 + 7.2 X_5$

Dengan kendala/batasan:

1. Kadar karbohidrat

$$0,8073 X_1 + 0,7732 X_2 + 0,997 X_3 + 0,359 X_4 + 0,40 X_5 \geq 0,6963$$

2. Kadar protein

$$0,394 X_1 + 0,0889 X_2 + 0,1586 X_4 + 0,6 X_5 \geq 0,1349$$

3. Kadar lemak

$$0,219X_1 + 0,0143X_2 + 0,2654X_4 + 0,81X_5 \geq 0,1686$$

Jumlah kalori tiap bahan dan model matematis yang telah diperoleh kemudian dimasukkan datanya ke dalam aplikasi POM-QM untuk *windows* versi 3.0 (**Lampiran**). Tabel 4.3 menunjukkan jumlah bahan yang harus ditambahkan disertai kalori yang akan dihasilkan untuk ketiga formula.

Tabel 4.3 Formulasi biskuit kulit apel hasil perhitungan *linear programming*

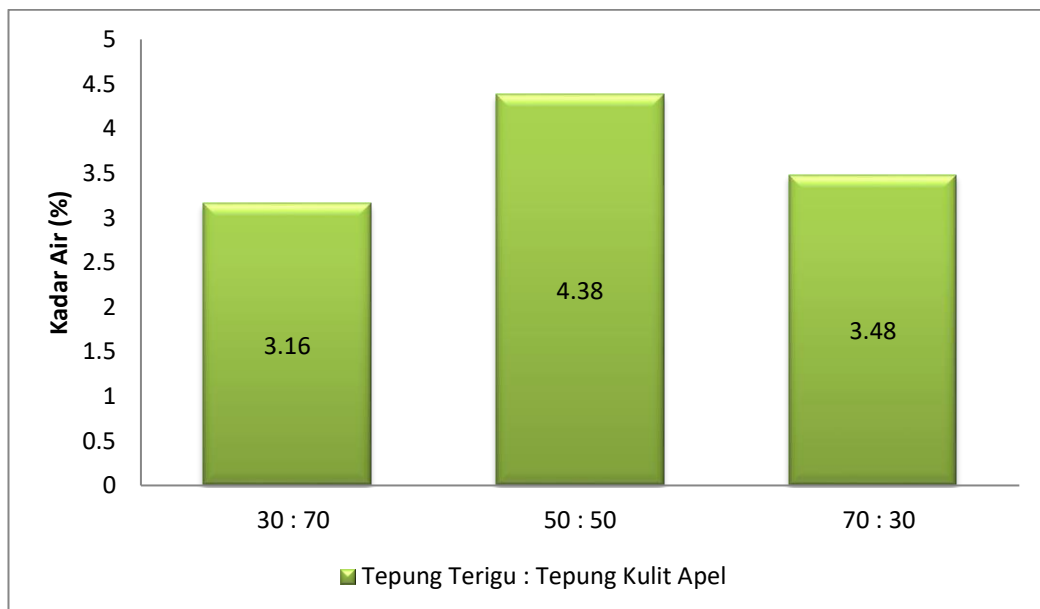
Bahan baku	Jumlah (%)		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Tepung kulit apel	13,00	22,00	31,00
Tepung terigu	31,00	22,00	13,00
Gula halus	28,70	28,19	27,67
Kuning telur	12,00	12,00	12,00
Margarin	15,30	15,81	16,33
Kalori (kkal/100 g)	416,93	418,64	420,35

Jumlah bahan baku yang ditambahkan telah sesuai dengan hasil formula yang diharapkan yaitu pada formula 1 dengan proporsi tepung kulit apel 30% : tepung terigu 70%, terdapat 13,00% tepung kulit apel dan 31,00% tepung terigu (dominasi tepung terigu), formula 2 dengan proporsi tepung kulit apel 50% : tepung terigu 50%, terdapat 22,00% tepung kulit apel dan 22,00% tepung terigu (seimbang), dan formula 3 dengan proporsi tepung kulit apel 30% : tepung terigu 70%, terdapat masing-masing tepung kulit apel dan tepung terigu yaitu 31,00% dan 13,00 % (dominasi tepung kulit apel). Selain itu, kalori yang dihasilkan dari perhitungan *linear programming* berada pada rentang 416-420 kkal. Berdasarkan BPOM (2013), energi yang dibutuhkan anak-anak usia 10-12 tahun dapat memenuhi 2100 kkal.

4.3. Karakteristik Kimia Biskuit Kulit Apel

4.3.1. Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang dan khamir untuk berkembang biak sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan. Kandungan air dalam bahan pangan menentukan penerimaan, kesegaran dan daya tahan bahan pangan tersebut (Winarno, 2004).



Gambar 4.1. Rata-rata kadar air biskuit kulit apel berbagai proporsi

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kadar air produk biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung adalah (gram tepung kulit apel : gram tepung terigu) 30 : 70 = 3,61 %, 50 : 50 = 4,38 %, dan 70 : 30 = 3,48%.. Gambar 4.1 menunjukkan naik turun kadar air hasil uji, penambahan tepung kulit apel tidak terlalu mempengaruhi jumlah kadar air pada biskuit kulit apel.

Formulasi 50 : 50 memiliki kadar air paling tinggi 4,38 %, dan formulasi 30 : 70 yang dominan tepung terigu memiliki kadar air paling rendah yaitu 3,16%. Hal ini dipengaruhi oleh kadar protein tepung terigu yang bersifat hidrofobik sehingga mampu menyerap air. Sesuai yang dilaporkan Mustafa *et al.* (1986), kadar air produk *bakery* akan meningkat seiring dengan peningkatan kadar protein. Biskuit yang terbuat dari campuran tepung terigu, dan tepung tapioka memiliki kadar air antara 7.43-9.30% (Adekunle dan Mary, 2014). Pada formulasi 50 : 50 tepung kulit apel yang digunakan cukup banyak, sehingga protein yang dihasilkan juga rendah dan mempengaruhi kadar air pada biskuit kulit apel.

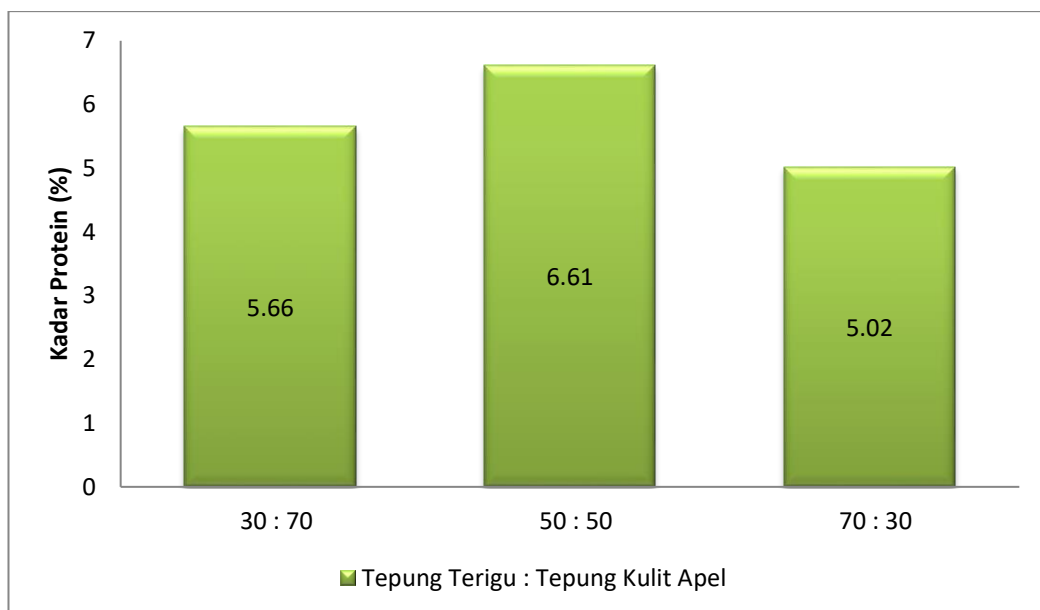
Tepung dengan kandungan protein tinggi menyerap air lebih banyak karena memiliki daya ikat air (*water holding capacity*) lebih tinggi (Thongram *et al.*, 2016). Air akan diikat oleh protein melalui ikatan hidrogen (Soeparno, 2005). Air yang telah diserap akan terperangkap dalam lemak margarin pada saat pemanggangan, sehingga air sulit menguap (Anggraeni, 2016). Pada saat pemanasan ikatan hidrogen antara pati dengan protein akan melemah sehingga air dapat menyusup diantara keduanya. Namun ketika pendinginan, terjadi penguatan kembali ikatan hidrogen sehingga molekul air terikat kuat dan sulit dibebaskan dengan cara penguapan atau pengeringan (Febrianty *et al.*, 2015).

Kadar air yang ada pada adonan akan turun setelah menjadi biskuit, karena telah mengalami proses pemanggangan dalam oven dengan kisaran suhu 170-200°C (Matz dan Matz, 1978). Selama pengovenan, energi panas dipindahkan ke dalam bahan pangan melalui permukaan pemanas dan udara di dalam oven, kemudian kandungan air (massa) dipindahkan dari bahan pangan ke udara di sekelilingnya (Mileiva, 2007). Namun pada penelitian kali ini suhu pengovenan dibuat sama, sehingga suhu tidak berpengaruh terhadap perbedaan kadar air biskuit.

Hasil penelitian telah sesuai dengan teori bahwa semakin tinggi kadar protein maka kadar air juga semakin tinggi. Kadar air menentukan stabilitas dan keawetan produk. Kandungan air yang tinggi menyebabkan biskuit tidak renyah dan kurang disukai oleh konsumen (Sa'adah, 2009). Berdasarkan tabel 4.1, terlihat seluruh formulasi biskuit telah memenuhi standar biskuit SNI karena memiliki kadar air dibawah 5%.

4.3.2. Kadar Protein

Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima bagian tubuh adalah protein, separuhnya ada di dalam otot, seperlima di dalam tulang dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit, dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Semua enzim, berbagai hormon, pengangkut zat-zat gizi dan darah, matriks intraseluler dan sebagainya adalah protein. Di samping itu asam amino yang membentuk protein bertindak sebagai prekursor sebagai koenzim, hormon, asam nukleat, dan molekul-molekul yang esensial untuk kehidupan. Protein mempunyai fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh zat gizi lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel dan jaringan tubuh. Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini di samping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur (Syarief dan Anies, 1988). Hasil uji kadar protein biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Rata-rata protein biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kadar protein produk biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung adalah (gram tepung

kulit apel : gram tepung terigu) 30 : 70 = 5,66 %, 50 : 50 = 6,61 %, dan 70 : 30 = 5,02% Gambar 4.2 menunjukkan naik turun kadar protein hasil uji, penambahan tepung kulit apel tidak terlalu mempengaruhi jumlah kadar protein pada biskuit kulit apel, karena pada hasil uji tepung kulit apel protein yang didapat rendah yaitu 3,49%. Formulasi 50 : 50 memiliki kadar protein paling tinggi 6,61 %, dan formulasi 70 : 30 yang dominan tepung kulit apel memiliki kadar protein paling rendah yaitu 5,02%. Hal ini dikarenakan kandungan protein yang berasal dari bahan tambahan lainnya sangat mempengaruhi kadar protein pada biskuit kulit apel.

Kadar protein biskuit selain berasal dari tepung kulit apel, juga berasal dari bahan baku lainnya seperti telur, tepung terigu dan sedikit dari margarin. Proporsi tepung terigu, tepung kulit apel, telur, dan margarin pada formulasi 50 : 50 adalah formulasi yang seimbang dari setiap takaran bahan yang digunakan, sehingga dari setiap bahan menyumbangkan protein yang paling tinggi. Kadar protein yang berasal dari bahan baku tidak mengalami penurunan selama pengovenan, karena protein bukan termasuk senyawa volatil. Protein hanya akan mengalami denaturasi strukturnya pada suhu 78-88° C (Abu *et al.*, 2006), namun kontennya tidak berkurang.

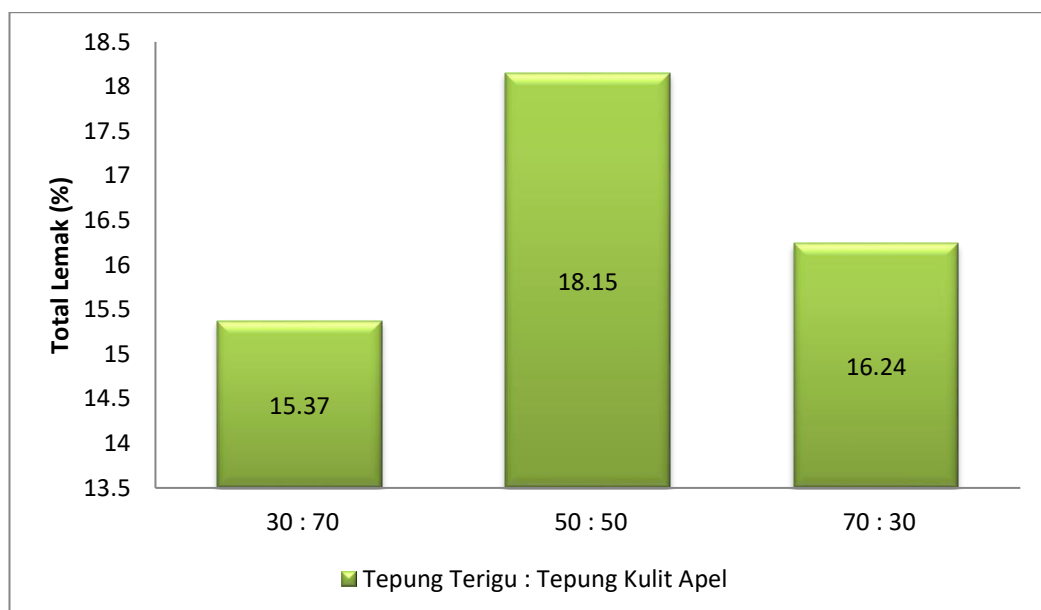
Protein telur dikenal sebagai protein seimbang (*balanced protein*) dan mengandung semua asam amino esensial bagi pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh manusia. Asam amino telur berada dalam keseimbangan yang baik bagi kebutuhan protein manusia. Perhatian penting lain dari protein telur dalam nutrisi manusia adalah kandungan metionin yang luar biasa tingginya. Asam amino esensial ini kurang atau dijumpai dalam jumlah yang sangat rendah dalam sereal (Stevenson dan Miller, 1992). Dua butir telur bisa menyediakan 35–121 % dari kebutuhan asam amino esensial per hari. Suatu protein pada bahan pangan ditentukan oleh daya cernanya serta jumlah dan komposisi asam amino esensial penyusunnya. Protein telur bermutu tinggi dan bersifat mudah dicerna, sehingga sangat baik dikonsumsi oleh anak-anak yang sedang dalam masa pertumbuhan.

Hasil total kalori yang disumbangkan oleh protein masing-masing perlakuan 30 : 70 = 22,64 kkal/100 g, 50 : 50 = 24,84 kkal/100 g, 70 : 30 = 20,08 kkal/100 g dari total kalori biskuit kulit apel masing-masing perlakuan. Kadar protein biskuit dari setiap formulasi tidak ada yang sesuai dengan

standar BPOM (2013) tetapi formulasi 50 : 50 yakni 6,61 %, menyumbangkan kalori sebesar 24,84 kkal/100 g formulasi tersebut menghasilkan kadar protein yang paling mendekati standar BPOM (2013) untuk kebutuhan protein anak usia 11 tahun yakni mengandung protein minimal 13,49 % /100 gram.

4.3.3. Total Lemak

Lemak adalah senyawa ester dari gliserol dan asam lemak. Lemak merupakan sumber energi bagi tubuh yang dapat memberikan nilai energi lebih besar daripada karbohidrat dan protein yaitu 9 kkal/g. Lemak memiliki efek *shortening* pada makanan yang dipanggang seperti biskuit, dan roti sehingga menjadi lebih lezat dan renyah. Lemak nantinya akan memecah struktur kemudian melapisi pati dan gluten, sehingga dihasilkan biskuit yang renyah. Lemak dapat memperbaiki struktur fisik seperti pengembangan, kelembutan, tekstur, dan aroma (Winarno, 2004).



Gambar 4.3. Rata-rata lemak biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kadar lemak produk biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung adalah (gram tepung kulit apel : gram tepung terigu) 30 : 70 = 15,37%, 50 : 50 = 18,15%, dan 70 : 30 = 16,24 %. Gambar 4.3 menunjukkan naik turun kadar lemak hasil uji, penambahan tepung kulit apel tidak terlalu mempengaruhi jumlah kadar lemak pada biskuit kulit apel, karena pada hasil uji tepung kulit apel lemak yang didapat rendah yaitu 2,19%. Formulasi 50 : 50 memiliki kadar lemak paling tinggi yaitu 18,15%. dan formulasi 30 : 70 yang dominan tepung terigu memiliki kadar lemak paling rendah yaitu 15,37%. Hal ini dikarenakan kandungan lemak yang berasal dari bahan tambahan lainnya sangat mempengaruhi kadar lemak pada biskuit kulit apel.

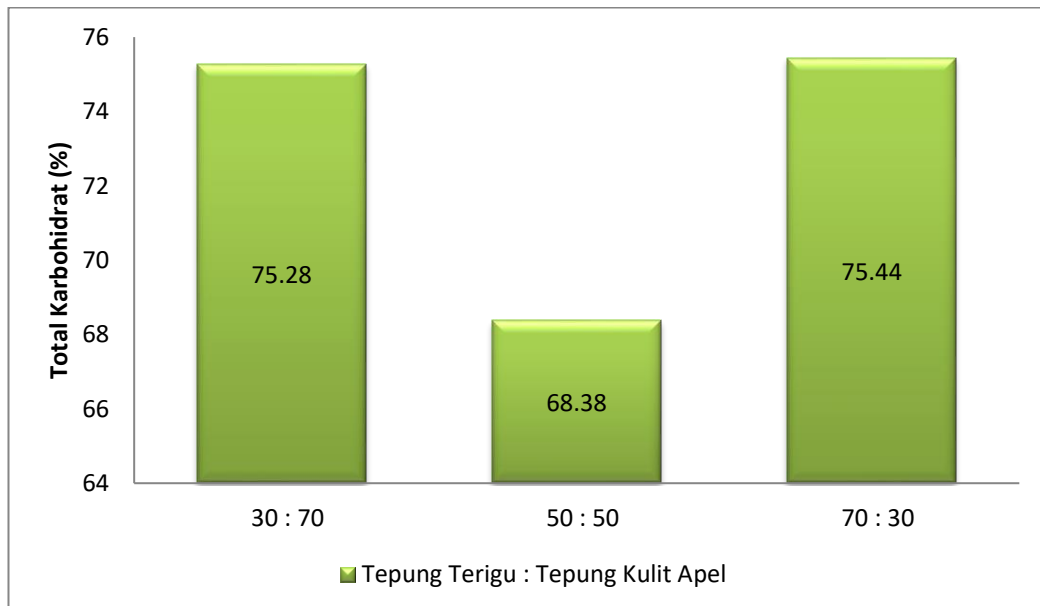
Kadar lemak biskuit selain berasal dari tepung kulit apel, juga berasal dari bahan baku lainnya seperti, margarin, telur, dan tepung terigu. Proporsi tepung terigu, tepung kuli apel, telur, dan margarin pada formulasi 50 : 50 adalah formulasi yang seimbang dari setiap takaran bahan yang digunakan, sehingga dari setiap bahan menyumbangkan lemak yang paling tinggi. Pada formulasi 50 : 50 margarin yang digunakan cukup tinggi yakni 15,81 g /100 g. Menurut Lingga (2012), penggunaan bahan tambahan seperti margarin saat proses pembuatan biskuit dapat menambah kadar lemak, karena margarin terdapat dalam bentuk terikat sebagai lipoprotein, dimana margarin bila ditambahkan pada adonan, maka adonan tersebut akan mempunyai kadar lemak yang tinggi juga.

Hasil total kalori yang disumbangkan oleh lemak masing-masing perlakuan 30 : 70 = 138,32 kkal/100 g, 50 : 50 = 163,35 kkal/100 g, 70 : 30 = 146,16 kkal/100 g dari total kalori biskuit kulit apel masing-masing perlakuan. Kadar protein biskuit formulasi 70 : 30 yakni 16,24%, menyumbangkan kalori sebesar 146,16 kkal/100 g formulasi tersebut menghasilkan kadar lemak yang sesuai dengan standar BPOM (2013) untuk kebutuhan lemak anak usia 11 tahun yakni mengandung lemak minimal 16,86% /100 gram.

4.3.4. Total Karbohidrat

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama, kalori berfungsi untuk memberikan energi pada tubuh untuk beraktivitas sehari-hari, di samping juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur dan lain-lain. Dalam tubuh, fungsi lain karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna dalam membantu metabolisme lemak dan protein (Winarno, 2002).

Total karbohidrat biskuit kulit apel, ditentukan dengan metode *by difference*. Menurut Sugito dan Hayati (2006), kadar karbohidrat yang dihitung secara *By difference* dipengaruhi oleh komponen nutrisi lain, semakin rendah komponen nutrisi lain maka kadar karbohidrat akan semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya semakin semakin tinggi komponen nutrisi lain maka kadar karbohidrat akan semakin rendah. Komponen nutrisi yang mempengaruhi besarnya kandungan karbohidrat diantaranya adalah kandungan protein, lemak, air dan abu.



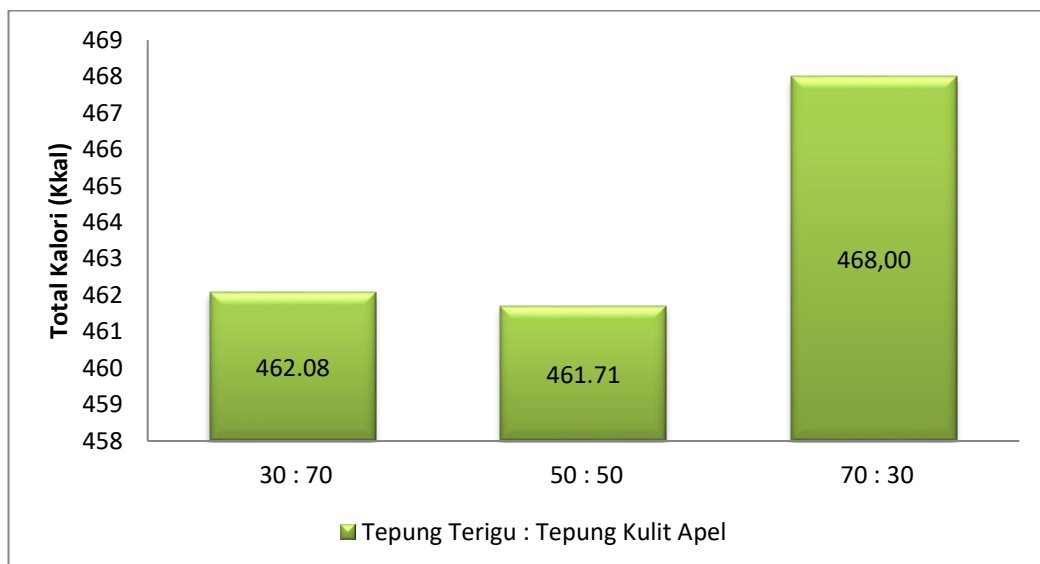
Gambar 4.4. Rata-rata karbohidrat biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh total karbohidrat produk biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung adalah (gram tepung kulit apel : gram tepung terigu) 30 : 70 = 75,28%, 50 : 50 = 68,38%, dan 70 : 30 = 75,44 %. Gambar 4.4 menunjukkan kenaikan penambahan tepung kulit apel memberikan trend positif terhadap kadar karbohidrat. Formulasi 50 : 50 yang dominan tepung kulit apel memiliki total karbohidrat paling tinggi yakni 75, 44%, total karbohidrat yang tinggi didapatkan dari hasil uji tepung kulit apel yakni total karbohidrat sebesar 80,73%. Tingginya karbohidrat diakibatkan daging buah masih banyak menempel pada kulit apel saat proses pengupasan. Berdasarkan *United States Department of Agriculture* (2016) kandungan karbohidrat dalam buah apel yaitu 17.26 gram dalam 100 gram buah. Formulasi 50 : 50 memiliki total karbohidrat paling rendah yaitu 63,38%, rendahnya total karbohidrat pada formulasi tersebut karena seiring dengan peningkatan konsentrasi margarin yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan pada setiap kenaikan penambahan margarin, rasio antara pati yang ada pada bahan baku terhadap berat total biskuit akan menurun diduga karena kandungan lemak pada margarin yang tinggi akan meningkatkan jumlah padatan dalam biskuit sehingga dapat menurunkan kadar patinya (Surya, 2013). Faktor lainnya yang menyebabkan menurunnya kadar karbohidrat adalah karena di dalam margarin tidak terkandung serat kasar namun terkandung lemak. Diduga kandungan lemak yang tinggi akan menurunkan kadar serat kasar. Menurut Saparianti (2005) bahwa antara kadar lemak dan karbohidrat menghasilkan korelasi yang negatif yaitu bila biskuit memiliki kadar lemak yang tinggi maka kadar karbohidratnya rendah.

Hasil total kalori yang disumbangkan oleh karbohidrat masing-masing perlakuan, 30 : 70 = 75,28 kkal/100 g, 50 : 50 = 68,38 kkal/100 g, 70 : 30 = 75,44 kkal/100 g dari total kalori biskuit kulit apel masing-masing perlakuan. Kadar protein biskuit formulasi 50 : 50 yakni 68,38%, menyumbangkan kalori sebesar 68,38 kkal/100 g formulasi tersebut menghasilkan total karbohidrat yang sesuai dengan standar BPOM (2013) untuk kebutuhan karbohidrat anak usia 11 tahun yakni mengandung lemak minimal 69,63% /100 gram.

4.3.5. Total Kalori

Total kalori didapatkan dari perhitungan secara empiris berdasarkan konversi dari nilai protein, lemak, dan karbohidrat. Setiap 1 gram protein bernilai 4 kkal, lemak 9 kkal, dan karbohidrat 4 kkal. Konversi ini merupakan konversi untuk protein, lemak, dan karbohidrat murni, tanpa memperhatikan darimana sumber, karakteristik, dan keterkaitannya dengan senyawa lain. Karakteristik setiap bahan berbeda-beda tergantung hasil nilai protein, lemak, dan karbohidrat yang didapat sehingga memungkinkan nilai kalori yang dihasilkan juga berbeda.



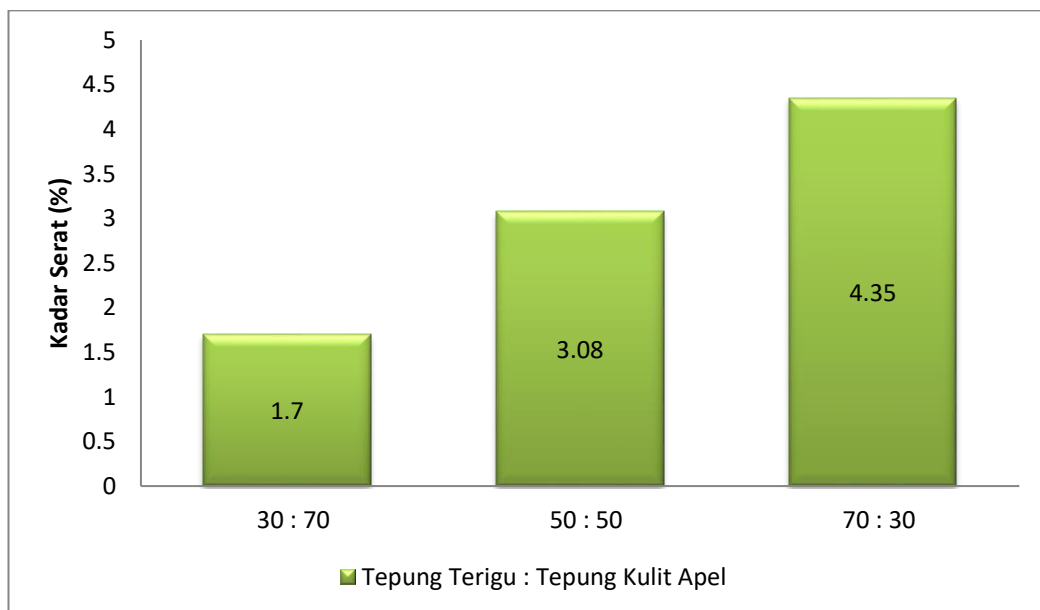
Gambar 4.5. Rata-rata kalori biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung

Hasil pengamatan total kalori biskuit kulit apel dengan menggunakan metode *linear programming* sebesar masing-masing perlakuan 30 : 70 = 462,08 kkal/100 g, 50 : 50 = 461,71 kkal/100 g, 468,00 kkal/100 g. Total kalori biskuit formulasi 70 : 30 memiliki kalori yang paling tinggi yakni 468,00%, formulasi tersebut menghasilkan total kalori yang mendekati dengan standar BPOM (2013) untuk kebutuhan kalori anak usia 11 tahun yakni mengandung kalori maksimal 484,22 /100 gram.

4.3.6. Kadar Serat Kasar

Serat merupakan zat non gizi yang mempunyai efek positif bagi sistem metabolisme manusia. Sayur-sayuran dan buah-buahan merupakan sumber serat pangan yang sangat mudah ditemukan dalam bahan makanan.

Serat kasar ialah sisa bahan makanan yang telah mengalami proses pemanasan dengan asam kuat dan basa kuat selama 30 menit yang dilakukan di laboratorium. Dengan proses seperti ini dapat merusak beberapa macam serat yang tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak dapat diketahui komposisi kimia tiap-tiap bahan yang membentuk dinding sel. Oleh karena itu serat kasar merendahkan perkiraan jumlah kandungan serat sebesar 80% untuk hemisellulosa, 50-90% untuk lignin dan 20-50% untuk sellulosa (Piliang dan Djojosoebagio).



Gambar 4.6. Rata-rata serat kasar biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan diperoleh kadar serat kasar produk biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung adalah (gram tepung kulit apel : gram tepung terigu) 30 : 70 = 1,7%, 50 : 50 = 3,08%, dan 70 : 30 = 4,35 %. Gambar 4.6 menunjukkan semakin banyak tepung kulit apel yang digunakan mempengaruhi kadar serat kasar pada biskuit kulit apel yang

didapatkan, begitu juga sebaliknya semakin rendah tepung kulit apel yang digunakan kadar serat kasar pada biskuit semakin rendah . Formulasi BA3 yang dominan tepung kulit apel memiliki kadar serat kasar paling tinggi yakni 4,35%, kadar serat kasar yang tinggi didapatkan dari hasil uji tepung kulit apel yakni kadar serat kasar sebesar 6%.

Serat sangat bermanfaat bagi tubuh, diantaranya adalah mencegah terjadinya konstipasi, kanker, memperkecil resiko penyakit usus besar, menurunkan kadar kolesterol, membantu mengontrol kadar gula dalam darah, mencegah wasir, dan lain-lain (Piliang dan Djojosoebagio, 2002).

4.4. Karakteristik Fisik Biskuit Kulit Apel

4.4.1. Warna

Warna merupakan salah satu atribut penampilan fisik pada suatu produk pangan yang digunakan untuk menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk pangan tersebut secara keseluruhan. Warna produk pangan dipengaruhi oleh karakteristik fisikokimia dari bahan mentah yang digunakan meliputi kadar air, gula reduksi, asam amino, dan kondisi operasi selama prose pembuatan produk pangan tersebut (Hui,2006).

Warna bahan pangan dipengaruhi oleh kenampakan bahan tersebut dan kemampuannya untuk memantulkan, menyebarkan, menyerap, atau meneruskan sinar tampak (Hamsah, 2013). Warna biskuit kulit apel diukur dengan menggunakan alat *color reader* dengan 3 parameter yang terukur yaitu *lightness* (L^*), *redness* (a^*), dan *yellowness* (b^*). Nilai kecerahan atau *lightness* (L^*) merupakan parameter warna yang menunjukkan tingkat kecerahan suatu produk. Skala nilai L^* yaitu 0 hingga 100, dimana nilai 0 menyatakan warna paling gelap, sedangkan nilai 100 menyatakan warna paling terang. Nilai kemerahan atau *redness* (a^*) merupakan parameter warna yang menunjukkan tingkat warna merah suatu produk. Skala nilai a^* yaitu -100 hingga 100 yang menyatakan tingkat warna hijau hingga merah. Nilai kekuningan atau *yellowness* (b^*) merupakan parameter warna yang menunjukkan tingkat warna kuning suatu produk. Skala nilai b^* yaitu -100 hingga 100 yang menyatakan tingkat warna biru hingga kuning (Pomeranz, 1994).

Tabel 4.4. Rata-rata hasil analisa warna biskuit kulit apel berbagai proporsi

Formulasi	Tingkat Kecerahan (L*)	Tingkat Kemerahan (a*)	Tingkat Kekuningan (b*)
30 : 70	55,48 ^a	8,90 ^a	22,53 ^a
50 : 50	53,30 ^{ab}	8,65 ^a	21,21 ^b
70 : 30	51,15 ^c	8,80 ^a	18,73 ^c

Keterangan: 1. Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan. Masing-masing ulangan diambil dari 3 sisi biskuit yang berbeda (atas, bawah, samping).

3. Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

4.4.2. Analisa Warna Biskuit

1) Nilai L (Kecerahan)

Parameter warna L (kecerahan) biskuit kulit apel dengan berbagai proporsi tepung kulit apel: tepung terigu berkisar antara 58,20-51,17 (lampiran). Berdasarkan hasil analisa ragam (ANOVA) tingkat kecerahan (L*) pada ketiga formulasi biskuit kulit apel menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini ditunjukkan dari nilai probabilitas (0,037) uji analisa ragam (ANOVA) biskuit kulit apel pada tingkat signifikan 0,05 lebih rendah dari 0,05 (lampiran).

Parameter warna L (kecerahan) biskuit kulit apel dengan berbagai proporsi tepung kulit apel : tepung terigu berkisar antara lain 30 : 70 = 55,48, 50 : 50 = 53,30, 70 : 30 = 51,15 menunjukkan bahwa kenaikan penambahan tepung kulit apel cenderung menurunkan parameter warna L pada biskuit kulit apel. Hal ini dapat dilihat dari formulasi dengan dominan tepung kulit apel yakni proporsi 70 : 30 = 51,17 memiliki nilai L lebih kecil (gelap) dibandingkan dengan formulasi dominan tepung terigu yakni proporsi 30 : 70 = 58,20. Sesuai dengan penelitian Dovi (2013), biskuit yang terbuat dari campuran tepung sorgum:tepung kacang tunggak (60:40) memiliki parameter nilai L 55,5 lebih rendah (gelap) dibandingkan dengan biskuit yang terbuat dari 100% tepung terigu yang memiliki parameter nilai L 66,8.

Faktor yang mempengaruhi warna biskuit yakni karakteristik fisiko-kimia bahan baku serta reaksi yang terjadi selama pemanggangan seperti reaksi *Maillard* dan karamelisasi yang dapat menyebabkan warna kecoklatan pada produk *bakery* (Qunyi *et al.*, 2010). Warna gelap pada produk biskuit dapat

dikarenakan tingginya reaksi *Maillard* antara gula pereduksi dengan gugus bebas asam amino (Hafiz *et al.*, 2011). Dalam reaksi *Maillard*, gula pereduksi bereaksi dengan gugus bebas asam amino, reaksi ini dapat menurunkan nilai gizi produk karena merusak nutrisi penting lainnya (Hurrell, 1990). Selain itu reaksi pencoklatan pada tepung kulit apel dapat disebabkan adanya reaksi enzimatis senyawa polifenol dan enzim fenolase. Menurut Buta *et. al.* (1999) pencoklatan pada kulit apel pada umumnya disebabkan reaksi enzimatis, hal ini dikarenakan pada kulit apel mengandung substrat senyawa fenolik dan enzim fenolase, sehingga warna kulit apel menjadi lebih gelap.

2) Nilai a (Kemerahan)

Parameter warna a (kemerahan) biskuit kulit apel dengan berbagai proporsi tepung kulit apel:tepung terigu berkisar antara 8,90-8,80(lampiran). Berdasarkan hasil analisa ragam (ANOVA) Tingkat kemerahan (a^*) pada ketiga formulasi biskuit kulit apel menunjukkan tidak terdapat perbedaan tingkat kemerahan. Hal ini ditunjukkan dari nilai probabilitas (0,825) uji analisa ragam (ANOVA) biskuit kulit apel pada tingkat signifikan 0,05 lebih tinggi dari 0,05 (lampiran).

Parameter warna a (kemerahan) biskuit kulit apel dengan berbagai proporsi tepung kulit apel : tepung terigu berkisar antara lain 30 : 70 = 8,90, 50 : 50 = 8,65, 70 : 30 = 8,80, menunjukkan bahwa naik turun nilai a (kemerahan) pada biskuit kulit apel, penambahan tepung kulit apel cenderung menaikkan parameter warna a pada biskuit kulit apel. Formulasi 70 : 30 yang dominan tepung kulit apel memiliki parameter nilai a paling tinggi (9,67) dan formulasi 50 : 50 yang dominan tepung terigu memiliki nilai parameter a paling rendah (8,70). Ketidakstabilan parameter warna a dapat dilihat dari naik turunnya notasi pada berbagai proporsi tepung kulit apel : tepung terigu. Hal ini diduga karena adanya kenaikan atau penurunan suhu selama proses pemanggangan, sehingga berpengaruh terhadap tingkat reaksi *Maillard*.

Parameter warna a (kemerahan) pada biskuit diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti warna tepung yang sebelumnya sudah memiliki warna yang kecoklatan yang memberikan kontribusi warna pada adonan, sehingga pada proses pencampuran adonan dengan bahan lainnya akan menghasilkan

warna kemerahan yang tidak berbeda nyata meskipun proporsi tepung kulit apel yang digunakan sedikit. Selain itu, reaksi karamelisasi dan *Maillard* selama pemanggangan memberikan kontribusi warna kemerahan biskuit. Karamelisasi merupakan reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi karena adanya kandungan gula pada produk yang diolah pada suhu tinggi (Anggraeni, 2016). Selama pemanggangan, ikatan glikosidik karbohidrat dan sukrosa akan putus akibat suhu tinggi selama pengovenan sehingga terpecah menjadi gula pereduksi seperti glukosa dan fruktosa. Tingginya reaksi *Maillard* menyebabkan warna kecoklatan pada biskuit sehingga nilai merah yang terbaca pada *color reader* menjadi lebih tinggi.

3. Nilai b (Kekuningan)

Parameter warna b (kekuningan) biskuit kulit apel dengan berbagai proporsi tepung kulit apel: tepung terigu berkisar antara 22,53-18,73 (lampiran). Berdasarkan hasil analisa ragam (ANOVA) tingkat kecerahan (b^*) pada ketiga formulasi biskuit kulit apel menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini ditunjukkan dari nilai probabilitas (0,003) uji analisa ragam (ANOVA) biskuit kulit apel pada tingkat signifikan 0,05 lebih rendah dari 0,05 (**lampiran**).

Tingkat kekuningan (b^*) pada ketiga formulasi biskuit kulit apel berdasarkan hasil uji t menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini ditunjukkan dari nilai probabilitas (0,003) uji t biskuit kulit apel pada tingkat signifikan 0,05 lebih rendah dari 0,05 (lampiran). Parameter warna b (kekuningan) biskuit kulit apel dengan berbagai proporsi tepung kulit apel : tepung terigu berkisar antara lain $30 : 70 = 22,53$, $50 : 50 = 21,21$, $70 : 30 = 18,73$ dan parameter warna b (kekuningan) biskuit roma dan belvita antara lain 26,77 dan 25,13 menunjukkan bahwa kenaikan penambahan tepung kulit apel cenderung menurunkan parameter warna nilai a (kekuningan) pada biskuit kulit apel. Hal ini dapat dilihat dari formulasi dengan dominan tepung kulit apel yakni proporsi $70 : 30 = 18,17$ memiliki nilai b lebih kecil dibandingkan dengan formulasi dominan tepung terigu yakni proporsi $30 : 70 = 23,60$. Warna a (kekuningan), diduga karena tepung kulit apel memiliki tingkat kecerahan yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung terigu, sehingga biskuit dominan tepung terigu memiliki warna yang lebih cerah (kekuningan) sedangkan biskuit dominan tepung kulit apel

memiliki warna yang lebih gelap (kecoklatan).

Biskuit dengan penambahan kulit apel memiliki tingkat reaksi *Maillard* lebih tinggi, sehingga dapat menurunkan parameter kekuningan biskuit. Parameter nilai b biskuit juga dikaitkan dengan warna bahan baku seperti kuning telur dan margarin yang memiliki warna kuning (Nurbaya, 2013).

4.4.3. Daya Patah

Daya patah merupakan sifat fisik pangan yang berhubungan dengan tekanan yang mematahkan produk dan merupakan parameter tekstur biskuit. Semakin rendah nilai daya patah maka akan semakin meningkatkan nilai kerenyahannya. Parameter daya patah sangat penting dalam berbagai produk terutama yang bersifat kering seperti krupuk, keripik, biskuit, dan cookies (Yuwono dan Susanto, 1998). Daya patah yang semakin rendah menunjukkan tingkat kerenyahan yang semakin baik (Ketaren, 2008).

Menurut Ketaren (2008) daya patah yang semakin rendah menunjukkan tingkat kerenyahan yang semakin baik. Kekerasan biskuit akan diukur sebagai respon bahan terhadap gaya yang diberikan, kemudian akan muncul kurva antara hubungan gaya, waktu, dan puncak kurva (F_{max}) yang menunjukkan tenaga maksimum oleh biskuit untuk memperlihatkan nilai kekerasan biskuit dengan satuan N (Newton). Semakin besar nilai N maka semakin tinggi nilai kekerasan biskuit (Asmaraningtyas, 2014). Kekerasan disini diartikan sebagai daya patah biskuit.

Tabel 4.5. Rata-rata hasil analisa daya patah biskuit kulit apel berbagai proporsi

Formulasi	Daya Patah (N)
30 : 70	11,93 ^a
50 : 50	9,20 ^{ab}
70 : 30	5,66 ^c

Keterangan: 1. Setiap data merupakan rata-rata dari 3 kali ulangan. Masing-masing ulangan diambil dari 3 sisi biskuit yang berbeda (atas, bawah, samping).

2. Nilai rerata yang didampingi oleh huruf yang sama menyatakan tidak berbeda nyata ($\alpha = 0,05$).

Parameter nilai daya patah biskuit kulit apel dengan berbagai formulasi berkisar antara 11,93-5,66 (lampiran). Berdasarkan hasil analisa ragam (ANOVA) nilai daya patah pada ketiga formulasi biskuit kulit apel menunjukkan adanya perbedaan. Hal ini ditunjukkan dari nilai probabilitas (0,007) uji analisa ragam (ANOVA) biskuit kulit apel pada tingkat signifikan 0,05 lebih rendah dari 0,05 (lampiran). Tabel 4.7 menunjukkan bahwa kenaikan penambahan kulit apel cenderung menurunkan nilai daya patah meski tidak secara konstan, sehingga semakin kecil gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan biskuit. Formulasi 30 : 70 yang dominan tepung terigu memiliki daya patah paling tinggi (11,93 N) dan formulasi 70 : 30 yang dominan tepung kulit apel memiliki daya patah paling rendah (5,66 N).

Pada proses pencampuran bahan-bahan (*mixing*), udara akan terperangkap dalam adonan yang dapat membantu pengembangan dan pembentukan struktur produk akhir (Nurbaya, 2013). Namun penambahan tepung kulit apel menjadikan stabilitas adonan menjadi lemah karena terjadi kompetisi antara protein tepung kulit apel yang bersifat hidrofilik dengan protein tepung terigu (gluten) dalam menyerap air (Hallen *et al.*, 2004), sehingga mengakibatkan keterlambatan hidrasi dan pengembangan gluten (Dhinda *et al.*, 2011). Sesuai yang dilaporkan Kohajdova *et al.* (2013) substitusi tepung kulit apel mampu meningkatkan kemampuan menyerap air dari 58,9% menjadi 61,8% sehingga ketersediaan air untuk pengembangan jaringan gluten terbatas (Des Marchais *et al.*, 2011). Turunnya kekuatan gluten dapat mengganggu dan melemahkan struktur produk (Ritthiruangdej *et al.*, 2011), karena gluten pada tepung terigu mampu membentuk struktur ketika bertemu air akibat interaksi antara prolamin yang sedikit gugus polarnya dengan glutein yang banyak mengandung gugus polar (Rosa, 2004).

Daya patah biskuit juga dipengaruhi oleh jenis protein penyusun tepung. Protein tepung terigu sebagian besar berupa gluten yang mampu membentuk struktur biskuit, sedangkan protein pada tepung kulit apel rendah yakni 3,49%. Rendahnya kadar protein pada tepung kulit apel dapat melemahkan adonan, karena ikatan antara dua komponen tersebut yang membentuk struktur 3 dimensi yang memberikan kekokohan adonan (Pratama dan Nisa, 2014). Dengan demikian, semakin banyak penambahan tepung kulit apel (non-gluten)

maka struktur biskuit semakin lemah sehingga gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan semakin kecil (nilai daya patah semakin rendah).

Turunnya daya patah juga dapat dipengaruhi oleh ukuran granula tepung kulit apel yang besar (80 mesh), menjadikan luas permukaan partikel tepung kecil, sehingga secara fisik daya dehidrasinya lebih rendah dan kemampuannya berinteraksi dengan bahan lain lebih lama. Daya patah juga dipengaruhi oleh penambahan margarin karena dapat memberikan sifat plastis yang menjadikan daya gabung dengan udara lebih besar, sehingga biskuit menjadi renyah (Harzau dan Estiasih, 2013). Sedangkan menurut Zohng (2013), kue kering yang terbuat dari margarin memiliki nilai daya patah paling tinggi dibandingkan kue kering lainnya yang terbuat dari *butter*, lemak babi, minyak kedelai atau minyak kedelai yang diinteresterifikasi. Titik leleh margarin lebih tinggi ($25,9 \pm 0.40^{\circ}\text{C}$), dibandingkan dengan titik leleh *butter* ($8,33 \pm 0.30^{\circ}\text{C}$) karena banyaknya asam lemak rantai pendek pada *butter*. Fraksi cair lemak margarin yang meleleh pada suhu ruang tidak akan melapisi partikel tepung selama proses pencampuran (*mixing*), sehingga tidak ada batas interaksi tepung dengan air (Zohng, 2013). Dengan demikian, pengembangan gluten menjadi lebih maksimal dan daya patah biskuit menjadi rendah. Untuk itu perlu dilakukan penggunaan margarin secara bersamaan agar diperoleh tekstur biskuit yang tepat.

4.5. Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1982) dengan parameter karakteristik kimia (kalori, serat kasar) dan karakteristik fisik (daya patah, warna). Perhitungan lengkap penentuan perlakuan terbaik dengan metode *multiple attribute* dapat dilihat pada lampiran. Perlakuan terbaik didapatkan dari total nilai paling rendah. Total nilai merupakan penjumlahan dari L1, L2, dan Lmax. Hasil perlakuan terbaik dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.6. Rata-rata hasil analisa perlakuan terbaik biskuit kulit apel

Formulasi	L1	L2	Lmax	Hasil	Rank
30 : 70	0,2610263	0,0293449	0,111506	0,401877	3
50 : 50	0,0763485	0,0053386	0,111506	0,193193	1
70 : 30	0,111506	0,006255	0,111506	0,229267	2

Keterangan: pemilihan terbaik berdasarkan nilai total paling kecil

Berdasarkan tabel 4.10 perlakuan terbaik terdapat pada formulasi 50 : 50 yang memiliki kadar air 4,38%, kadar protein 6,61%, total lemak 18,15%, total karbohidrat 68,38%, serat kasar 3,08% dan total kalori 461,71 Kkal. Perlakuan dengan proporsi ini merupakan perlakuan terbaik karena memiliki nilai terendah setelah dilakukan perhitungan perlakuan terbaik menggunakan metode *Multiple Attribute* (Zeleny, 1982). Biskuit perlakuan terbaik diharapkan dapat bermanfaat khususnya untuk anak-anak karena merupakan produk baru yang terbuat dari bahan baku tepung kulit apel. Formulasi biskuit perlakuan terbaik telah memenuhi syarat klaim sumber kalori berdasarkan BPOM dan memenuhi standar mutu SNI biskuit yang dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.7. Komposisi perlakuan terbaik biskuit kulit apel berdasarkan standar

Komposisi	Hasil Analisa (%)	BPOM*	SNI (Biskuit)**
Protein	6,61	13,49/100 g	Minimal 6,5
Lemak	18,15	16,86/100 g	-
Karbohidrat	68,38	69,63/100 g	-
Kalori	461,71 kkal	484,22 kkal	-
Serat Kasar	3,08	-	-
kadar Air	4,48	-	Maksimal 5%

Sumber: * BPOM (2013), **SNI 2973 (2011).

4.6. Penentuan Angka Kecukupan Gizi (AKG) per Takaran Saji Biskuit Perlakuan Terbaik dan Klaim Serat

Penentuan angka kecukupan gizi (AKG) tiap takaran saji didasarkan pada kandungan protein, karbohidrat, serat, lemak, dan total kalori biskuit kulit apel perlakuan terbaik yang telah dianalisa. Takaran Saji merupakan jumlah pangan olahan yang wajar dikonsumsi dalam satu kali makan, dinyatakan

dalam satuan metrik; atau satuan metrik dan ukuran rumah tangga yang sesuai untuk pangan olahan tersebut (BPOM Nomor 9, 2015). Dengan mengetahui takaran saji, maka dapat diketahui kandungan gizi/*nutrition fact* produk yang dapat memenuhi AKG (Angka Kecukupan Gizi) yang dianjurkan. AKG merupakan suatu kecukupan rata-rata zat gizi setiap hari bagi semua orang menurut golongan umur, jenis kelamin, ukuran tubuh, aktifitas tubuh untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal (BPOM Nomor 13, 2016). Perhitungan AKG biskuit kulit apel perlakuan terbaik dapat dilihat pada lampiran.

Klaim pada suatu produk pangan harus memenuhi peraturan yang telah diterapkan oleh pemerintah. Klaim adalah segala bentuk uraian yang menyatakan, menyarankan atau secara tidak langsung menyatakan perihal karakteristik tertentu suatu pangan yang berkenaan dengan asal usul, kandungan gizi, sifat, produksi, pengolahan, komposisi atau faktor mutu lainnya (BPOM Nomor 13, 2016). Di Indonesia, klaim suatu produk olahan pangan telah diatur dalam peraturan KBPOM Nomor 13 Tahun 2016 tentang Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan. Klaim Pangan yang diatur dalam BPOM meliputi klaim gizi, klaim kesehatan, dan klaim indeks glikemik. Aturan klaim kandungan zat gizi pada pangan olahan dapat dilihat

Takaran saji biskuit termasuk dalam kategori 15.0 yang berupa makanan ringan siap santap berbahan dasar kentang, umbi, sereal, tepung atau pati (dari umbi dan kacang) non-ekstrudat memiliki rentang takaran saji sebesar 20–40 g (BPOM Nomor 9, 2015). Takaran saji biskuit yang ada di pasaran yakni Biskuit Roma sebesar 19,5 gram dan Biskuit Belvita sebesar 40 gram. Berdasarkan biskuit kulit apel yang telah ditimbang satu keping memiliki berat sekitar 6,5 g. Dengan demikian ditentukan takaran saji biskuit kulit apel sebesar 20 gram dengan mempertimbangkan peraturan BPOM Nomor 9, (2015) dan biskuit yang sudah dikomersilkan. Informasi nilai gizi per takaran saji biskuit dapat dilihat pada gambar 4.7.

INFORMASI NILAI GIZI BISKUIT KULIT APEL			
Takaran saji/ <i>Serving size</i> : 20 gram (3 keping)			
Jumlah sajian per kemasan : 8			
JUMLAH PER SAJIAN			
Energi Total 92 kkal		Energi dari Lemak 32,67kkal	
			% AKG*
Lemak Total	3,63 g		6%
Protein	1,24 g		2%
Karbohidrat Total	13,67 g		4%
Serat	0,616 g		2%

*% AKG berdasarkan kebutuhan energi 2000 kkal. Kebutuhan energi anda mungkin lebih tinggi atau lebih rendah.

Gambar 4.7. Label informasi nilai gizi biskuit kulit apel

Nilai ALG nutrisi makromolekul bagi masyarakat Indonesia kategori umum tahun yakni protein sebesar 60 gram, karbohidrat sebesar 325 gram, total lemak sebesar 67 gram dan total energi sebesar 2150 (BPOM Nomor 9, 2016). Dengan demikian, tiap takaran saji biskuit kulit apel (20 gram) mampu memenuhi kebutuhan protein sebesar 2%, karbohidrat sebesar 4,3%, lemak sebesar 6,15%, dan serat 2,44%.

Produk biskuit kulit apel merupakan biskuit tinggi akan sumber serat, sehingga produk biskuit kulit apel dapat diklaim sebagai sumber serat. Menurut Piliang dan Djojosoebagio (2002) yang dimaksud dengan serat kasar adalah sisa bahan makanan yang telah mengalami proses pemanasan dengan asam kuat dan basa kuat selama 30 menit yang dilakukan di laboratorium. Proses pemanasan dapat merusak beberapa macam serat yang tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak dapat diketahui komposisi bahan-bahan yang membentuk dinding sel. Oleh karena itu serat kasar jumlahnya lebih rendah dibandingkan serat pangan karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan lebih besar menghidrolisis komponen-komponen pangan dibandingkan dengan enzim-enzim pencernaan. Kadar serat kasar biskuit kulit apel perlakuan terbaik didapatkan 3,08 gram serat/100 gram dimana diketahui bahwa kadar serat pangan cenderung lebih besar dari kadar serat kasar. Pada penelitian tidak dilakukan analisa serat pangan namun hasil

yang diharapkan menghasilkan serat pangan dengan nilai lebih besar dan mencukupi standar minimal untuk klaim “sumber” serat pangan. Sehingga biskuit kulit apel perlakuan terbaik dapat diklaim sebagai biskuit sumber serat pangan. Jumlah itu telah memenuhi persyaratan klaim serat BPOM Nomor 13 (2016) yang mensyaratkan produk pangan olahan padat minimal mengandung minimal 3 g ALG per 100 gram (dalam bentuk padat) untuk dapat diklaim sebagai “sumber” serat.

BPOM Nomor 13 (2016) juga mensyaratkan pangan olahan yang mencantumkan klaim pada label harus memenuhi asupan per saji tidak lebih dari 18 g lemak total, 4 g lemak jenuh, 60 mg kolesterol, dan 300 mg natrium. Berdasarkan hasil analisa, tiap sajian biskuit hanya mengandung total lemak 4 gram, sehingga telah memenuhi persyaratan BPOM. Kadar kolesterol, natrium dan lemak jenuh tidak dilakukan analisa karena keterbatasan alat dan bahan. Bahan baku yang mengandung kolesterol hanya pada margarin sebesar 215 mg/100 g dan kuning telur sebesar 1085 mg/100g (USDA, 2016). Kandungan kolesterol yang tinggi pada kuning telur tidak menjadi masalah karena hanya ditambahkan sebesar 12 g dalam 100 g adonan. Total lemak jenuh pada bahan baku pembuatan biskuit hanya berkisar 0,340g/100g tepung terigu, 9,551g/100g pada kuning telur, dan 50,489g/100g pada margarin (USDA, 2016). sehingga diprediksikan bahwa biskuit yang dihasilkan tidak mengandung kolesterol dan total lemak jenuh melebihi batas yang ditentukan BPOM. Dengan demikian, biskuit kulit apel sumber serat ini dapat dijadikan salah satu alternatif pangan sehat dan bergizi yang dapat membantu memenuhi kebutuhan nutrisi keseharian anak-anak Indonesia.

4.7 Perbandingan Biskuit Kulit Apel dengan Biskuit Komersial

Biskuit banyak dikonsumsi anak-anak karena rasa yang enak, murah dan mudah di dapatkan. Namun, biskuit komersial yang beredar di pasaran memiliki kandungan gizi yang kurang seimbang. Kebanyakan biskuit memiliki kandungan karbohidrat dan lemak yang tinggi, sedangkan kandungan protein dan serat yang relatif rendah (Subagjo, 2007). Secara umum bahan pembuatan biskuit adalah tepung terigu biasanya biskuit hanya mengandung zat gizi makro

seperti karbohidrat, protein dan lemak dan sedikit mengandung zat gizi lainnya seperti zat fosfor, kalsium dan zat besi.

Tabel 4.8. Perbandingan nutrisi Biskuit Kulit Apel dengan Biskuit Komersial

Produk	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Serat Kasar (%)	Kalori (kkal)
Biskuit Kupel (kulit apel)	6,61**	18,15**	68,38**	3,08**	461,71**
Biskuit Belvita	7,50*	15,00*	70,00*	2,30**	492,23*
Biskuit Roma	10,25*	20,51*	66,66*	2,06**	445,00*

Keterangan: *Data kandungan gizi terdapat pada kemasan, **Data dilakukan analisa

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat dilihat protein paling tinggi terdapat pada biskuit roma yakni 10,25% dan protein paling rendah pada biskuit kulit apel yakni 6,61%. Kadar lemak paling tinggi terdapat pada biskuit roma 20,51%, dan kadar lemak paling rendah pada biskuit belvita 15%, sedangkan kadar lemak pada biskuit kulit apel relatif rendah yakni 18,15%. Total karbohidrat paling tinggi terdapat pada biskuit belvita yakni 70,00%, dan total karbohidrat paling rendah yakni terdapat pada biskuit roma 66,66%, sedangkan total karbohidrat pada biskuit kulit apel memiliki kadar karbohidrat sebesar 68,38%. Karbohidrat merupakan sumber kalori utama pada makanan, biskuit kulit apel memiliki karbohidrat yang tinggi dan sesuai kebutuhan anak-anak. Kadar serat kasar menjadi salah satu komponen penting dalam penelitian ini, sehingga biskuit harus memiliki kadar serat sesuai klaim sumber serat BPOM NO.13 Tahun (2016) yang mensyaratkan produk pangan olahan padat minimal mengandung minimal 3 g ALG per 100 gram (dalam bentuk padat) untuk dapat diklaim sebagai “sumber” serat. Biskuit kulit apel mengandung serat sebesar 3,08 dan telah memenuhi klaim sumber serat BPOM NO.13 Tahun (2016), biskuit belvita dan roma masing-masing memiliki kadar serat 2,30 dan 2,06 sehingga belum memenuhi klaim sumber serat BPOM NO.13 Tahun (2016). Total kalori paling tinggi terdapat pada biskuit belvita yakni sebesar 492,23 kkal paling rendah terdapat pada biskuit roma yakni sebesar 445,00 kkal dan pada biskuit kulit apel memiliki total kalori sebesar 461,71 kkal.

Perbandingan dari segi fisik dengan parameter (warna dan daya patah), fungsi dari perbandingan fisik adalah untuk mengetahui apakah bentuk fisik biskuit kulit apel sudah mendekati biskuit komersil yang sudah di pasaran seperti biskuit roma dan belvita, mengingat bahwa kedua biskuit komersil tersebut sangat disukai masyarakat indonesia dari berbagai kalangan khususnya anak-anak.

Tabel 4.9. Perbandingan warna Biskuit Kulit Apel dengan Biskuit Komersial

Produk	Kecerahan (L*)	Kemerahan (a*)	Kekuningan (b*)
Biskuit Kulit Apel	53,30	8,65	21,21
Biskuit Belvita	60,73	9,80	26,77
Biskuit Roma	64,30	7,40	25,13

Keterangan: semua data dilakukan analisa warna diambil dari 3 sisi biskuit yang berbeda (atas, bawah, samping).

Warna L (kecerahan) biskuit roma dan belvita memiliki nilai L paling tinggi (cerah) yakni 64,30 dan 60,73 daripada biskuit kulit apel yakni 53,30, hal ini menunjukkan biskuit roma dan belvita komposisi yang digunakan lebih dominan tepung terigu daripada gandum (klaim kedua produk mengandung gandum) sehingga warna L (kecerahan) sangat tinggi. Sesuai dengan penelitian Dovi (2013), biskuit yang terbuat dari campuran tepung sorgum:tepung kacang tunggak (60:40) memiliki parameter nilai L 55,5 lebih rendah (gelap) dibandingkan dengan biskuit yang terbuat dari 100% tepung terigu yang memiliki parameter nilai L 66,8. Pada biskuit komersil keduanya tidak mengandung pewarna tambahan.

Parameter warna a (kemerahan) biskuit belvita menunjukkan nilai a paling tinggi (merah) yakni 9,80 dibandingkan dengan formulasi biskuit kulit apel dan belvita yakni masing-masing 8,65 dan 7,40, hal ini sesuai pada parameter warna L (kecerahan) biskuit roma dan belvita yang tinggi dikarenakan komposisi yang digunakan lebih dominan tepung terigu daripada gandum (klaim kedua produk mengandung gandum) Pada biskuit komersil keduanya tidak mengandung pewarna tambahan.

Parameter warna b (kekuningan) biskuit belvita menunjukkan nilai b paling tinggi (kuning) dibandingkan dengan formulasi biskuit kulit apel dan

biskuit roma yakni masing-masing 21,21 dan 25,13, hal ini sesuai pada parameter warna L (kecerahan) biskuit roma dan belvita yang tinggi dikarenakan komposisi yang digunakan lebih dominan tepung terigu daripada gandum (klaim kedua produk mengandung gandum) Pada biskuit komersil keduanya tidak mengandung pewarna tambahan.

Tabel 4.10. Perbandingan daya patah Biskuit Kulit Apel Biskuit Komersial

Produk	Daya Patah (N)
Biskuit Kulit Apel	9,20
Biskuit Belvita	5,20
Biskuit Roma	21,20

Keterangan: semua data dilakukan analisa daya patah pada laboratorium

Parameter nilai daya patah biskuit roma memiliki nilai paling tinggi yakni 21,20 N daripada biskuit kulit apel dan biskuit belvita yang memiliki daya patah hampir mendekati yakni masing-masing 9,20 N dan 5,20 N. Daya patah biskuit dipengaruhi oleh jenis protein penyusun tepung. Protein tepung terigu sebagian besar berupa gluten yang mampu membentuk struktur biskuit, sedangkan protein pada tepung kulit apel rendah yakni 3,49%. Rendahnya kadar protein pada tepung kulit apel dapat melemahkan adonan, karena ikatan antara dua komponen tersebut yang membentuk struktur 3 dimensi yang memberikan kekokohan adonan (Pratama dan Nisa, 2014). Dengan demikian, semakin banyak penambahan tepung kulit apel (non-gluten) maka struktur biskuit semakin lemah sehingga gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan semakin kecil (nilai daya patah semakin rendah).

Tabel perbandingan biskuit ini dapat memberikan informasi nilai gizi dan kenampakan secara fisik produk biskuit kulit apel dan produk biskuit komersil yang sudah dipasarkan, sehingga dari analisa tabel perbandingan biskuit tersebut biskuit kulit apel sangat layak dipasarkan dan dikonsumsi anak-anak. Selain memiliki kalori yang dibutuhkan anak-anak biskuit kulit apel juga dapat menjadi alternatif makanan pendamping anak-anak yang kurang menyukai sayur atau buah, karena biskuit kulit apel memiliki kadar serat yang tinggi.

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Formulasi produk biskuit kulit apel pada berbagai proporsi tepung adalah (gram tepung kulit apel : gram tepung terigu) 30 : 70 , 50 : 50, dan 70 : 30. berdasarkan *linear programming* untuk persyaratan BPOM RI.
2. formula 30 : 70 terdapat 13,00% tepung kulit apel dan 31,00% tepung terigu (dominasi tepung terigu), formula 50 : 50 terdapat 22,00% tepung kulit apel dan 22,00% tepung terigu (seimbang), dan formula 70 : 30 terdapat masing-masing tepung kulit apel dan tepung terigu yaitu 31,00% dan 13,00 % (dominasi tepung kulit apel). Selain itu, kalori yang dihasilkan dari perhitungan *linear programming* berada pada rentang 416-420 kkal
3. Karakteristik kimia biskuit kulit apel dalam satuan (%) meliputi kadar protein berbagai proporsi 30 : 70 = 5,66, 50 : 50 = 6,61, dan 70 : 30 = 5,02, kadar lemak berbagai proporsi 30 : 70 = 15,37, 50 : 50 = 18,15, dan 70 : 30 = 16,24 dan total karbohidrat berbagai proporsi 30 : 70 = 75,28, 50 : 50 = 68,38, dan 70 : 30 = 75,44, kadar serat kasar berbagai proporsi 30 : 70 = 1,7, 50 : 50 = 3,08, dan 70 : 30 = 4,35, total kalori berbagai proporsi 30 : 70 = 466,59, 50 : 50 = 461,35, dan 70 : 30 = 464,72. Karakteristik fisik biskuit kulit apel berbagai proporsi warna (L^*) berbeda nyata, (b^*) tidak berbeda nyata, dan (a^*) berbeda nyata, dan daya patah berbagai proporsi berkisar 30 : 70= 14,5 N, 50 : 50 = 9,20 N, dan 70 : 30 = 5,5 N (terdapat beda nyata).
4. Formulasi selanjutnya dilakukan pengujian perlakuan terbaik berdasarkan metode *multiple attribute* (Zeleny, 1982) dengan parameter karakteristik kimia (protein, kadar air) dan karakteristik fisik (daya patah, warna). Biskuit kulit apel perlakuan terbaik dari segi fisik dan kimia yakni pada formulasi 50 : 50 yang memiliki kadar protein 6,61%, kadar air 3,48%, total lemak 18,15%, total karbohidrat 68,38%, total kalori 461,35 kkal dan kadar serat kasar 3,08% warna (L^*), 53,30 (b^*), 21,21,

dan (a^*), 8,65 daya patah 9,20 N. Formulasi biskuit perlakuan terbaik telah memenuhi syarat klaim sumber energi/kalori berdasarkan BPOM (maksimal 484,22 kkal) dan serat kasar 3,08 (minimal 3 g/100g), serta telah memenuhi standar mutu SNI biskuit yang mensyaratkan kadar air maksimal 5% dan total lemak minimal 9,5%.

5.2. Saran

Sebaiknya dilakukan tiga kali ulangan pada karakteristik kimia biskuit kulit apel berbagai proporsi. Biskuit kulit apel pada penelitian ini memiliki karakteristik, warna, rasa, dan tekstur tidak berbeda, sehingga dibutuhkan uji organoleptik pada panelis anak-anak usia 10-12 tahun untuk mengetahui kesukaan terhadap warna, rasa, dan tekstur. Diperlukan pula uji lanjut berupa residu pestisida, kadar kolesterol, lemak jenuh, dan asam lemak bebas yang terkandung dalam biskuit.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (Nomor 13). 2016. **Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan**. BPOM. Jakarta.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (Nomor 13). 2016. **Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan**. BPOM. Jakarta.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (Nomor 9). 2015. **Pengawasan Takaran Saji Pangan Olahan**. BPOM. Jakarta.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (Nomor 13). 2016. **Pengawasan Klaim pada Label dan Iklan Pangan Olahan**. BPOM. Jakarta.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. 2013. **Pedoman Pangan Jajanan Anak Sekolah untuk Pencapaian Gizi Seimbang Bagi Orang Tua, Guru dan Pengelola Kantin**. BPOM. Jakarta.
- New Zealand Institute of Chemistry [NZIC]. 2016. **The Chemistry of Baking**. Dilihat 14 November 2017. <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/food/6D.pdf>
- Abu, J. O., Muller, K., Duodu, K. G., dan Minnaar, A. 2006. **Gamma irradiation of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) flours and pastes: Effects on functional, thermal and molecular properties of isolated proteins**.
- Adebowale, A. A., Adegoke, M. T., Sanni, S. A., Adegunwa, M. O., dan Fetuga, G. O. (2012). **Functional properties and biscuit making potentials of sorghum-wheat flour composite**. American Journal of Food Technology, 7: 372–379.
- Adekunle, O. A., dan Mary, A. A. 2014. **Evaluation of Cookies Produced from Blends of Wheat, Cassava and Cowpea Flours**. International Journal of Food Studies 3:175-185.
- Afriyanto, 2008. **Kajian keracunan pestisida pada petani penyemprot cabe di Desa Candi Kecamatan Bandungan Kabupaten Semarang**. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Aini. 2013. **Aneka ragam vanili**. Dilihat pada 26 September 2017. <http://www.tabloidnova.com>.
- Akazome, Y. (2004). **Characteristics and physiological functions of polyphenols from apples**. *Japan Biofactors* Vol. 22, pp. 311-314
- Allrecipes. 2016. **Easy Sugar Cookies**. Dilihat pada 10 Oktober 2016 <http://allrecipes.com/video/2652/easy-sugar-cookies/>
- Almatsier, S. 2009. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Almatsier, S. 2009. **Prinsip Dasar Ilmu Gizi**. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Alsuhendra, 1998. **Studi residu petisida pada bahan makanan dan pengaruhnya terhadap keadaan biokimia darah dan organ tubuh tikus**. Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ambarsari, I., Sarjana, dan Choliq, A. 2009. **Rekomendasi dalam Penetapan Standar Mutu Tepung Ubi jalar**. BPTP. Jawa Tengah.
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 2001. **The Definition of Dietary Fiber**. Cereal Food. World.

- Amvrazi, EG. 2011. **The Impacts Of Pesticides Exposure**. M. Stoytcheva (Ed). **Fate Of Pesticide Residues on Raw Agricultural Crops after Postharvest Storage and Food Processing to Edible Portions, Pesticides-Formulations, Effects, Fate**. 576-588. Rijeka: Intech.
- Anggraeni, D. 2016. **Pengembangan Gluten Free Cone Es Krim Berbahan Tepung Kimpul Terfermentasi (Kajian Proporsi Tepung dan Penambahan Margarin)**. Skripsi. UB. Malang
- Anonim, (2010). **Apples, What's New and Beneficial About Apples**. <http://www.whfoods.com/genpage.php?db=15&tname=foodspice>. Diakses pada 15 September 2017 pukul 16.45 WIB.
- AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis of the Association of Official of Analitical Chemist**. AOAC, Inc. Washington D. C.
- AOAC. 2005. **Official Methods of Analysis of the Association of Official of Analitical Chemist**. AOAC, Inc. Washington D. C.
- Asmaraningtyas, D. 2014. **Kekerasan, Warna, dan Daya Terima Biskuit yang Disubstitusi Tepung Labu Kuning**. Skripsi. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Astawan, M. 2004. **Membuat Mie dan Bihun**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Astawan, M. 2009. **Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian**. Penebar Swadaya. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. **[SNI] Standar Nasional Indonesia. Margarin. SNI 01-3541-1994**. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. **[SNI] Standar Nasional Indonesia. Tepung Terigu. SNI 01-3751-2009**. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. **[SNI] Standar Nasional Indonesia Biskuit. SNI 01 01-2973**. Jakarta.
- Bantacut, T dan Saptana. 2014. **Politik Pangan Berbasis Industri Tepung Komposit**. *Forum Penelitian Argo Ekonomi Vol 32 No 1*.
- BAPPENAS. 2000. **Apel (*Malus sylvestris* Mill.)**. <http://www.ristek.go.id>. Diakses pada tanggal 2 Oktober 2016.
- Boyer, J., Liu, R. H., 2004, **Apple phytochemicals and their health benefits, Nutrition J.**, 3(5): 1-15.
- Bread-making potential of pea protein isolate produced by a novel ultrafiltration/ diafiltration process**. *Procedia Food Sci.* 1: 1425-1430. *Cereal Food World* 31:756-59.
- Budiyati, Eni dan Triyadana, A. 2013. **Pengaruh Kecepatan Putaran Pengaduk Terhadap Konsentrasi Polifenol, k_{ca} dan De pada Ekstraksi Polifenol dari Kulit Apel Malang**. *Simposium Nasional RAPI XII FT UMS. ISSN 1412-9612*.
- Buta, G.J., Moline, H.E., Spaulding, D.W., dan Wang C.Y. 1999. **Extending Storage Life of Fresh-Cut Apples Using Natural Products and Their Derivatives**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1-6.
- De Carvalho, I. S. T., Granfeldt, Y., Dejmek, P., dan Håkansson, A. 2015. **From diets to foods: Using linear programming to formulate a nutritious, minimum-cost porridge mix for children aged 1 to 2 years**. *Food and Nutrition Bulletin* 36 (1): 75-85
- Des-Marchais, L. P., Foisy, M., Mercier, S., Villeneuve, S., dan Mondor, M. 2011.
- Desrosier, N. W. 1988. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Diterjemahkan oleh Muchji Mulyohardjo. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Dhinda, F., Lakshmi, J. A., Prakash, J., dan Dasappa, I. 2011. **Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of high protein, high fibre and low carbohydrate bread**. *Food and*

- Bioprocess Technology 5(8): 2998-3006.
- Dovi, Koya Ange Pamela. 2013. **Whole Grain Sorghum and Whole Grain Cowpea Biscuits as a Complementary Food for Improved Child Nutrition**. Dissertation. University of Pretoria. South Africa
- Faridah, A. 2008. **Patiseri Jilid 2**. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Febrianty, K., Widyaningsih, T. D., Wijayanti, S. D., Nugrahini, N. I. P., dan Maligan, J. M. 2015. **Pengaruh Proporsi Tepung (Ubi Jalar Terfermentasi : Kecambah Kacang Tunggak) dan Lama Perkecambahan Terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Flake**. Jurnal Pangan dan Agroindustri 3(3): 824-834
- Fellows, P. J. 2000. **Food Processing Technology**. Boca Raton : CRC Press.
- Fitriningrum R, Sugiyarto, Susilowati A. 2013. **Analysis of carbohydrate content of various maturity levels of Mountain Papaya (Carica pubescens) fruit from Kejajar and Sembungan Villages, Dieng Plateau, Central Java**. Bioteknologi 10: 6-14. Mountain papayas (*Carica pubescens* Lenne & K. Koch) .
- Friedman, M. 1996. **Food Browning and Its Prevention: An Overview**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 89 : 181-184.
- Golding J.B., McGlasson, W.B., Wyllie, S.G., Leach, D.N. 2001. **Fate of Apple Peel Phenolics During Cold Storage**. *J Agric Food Chem* 49(5): 2283-2289.
- Green Denzil. 2012. **Icing Sugar**. Dilihat pada 13 November 2017. <http://www.cooksinfo.com/icing-sugar>.
- Hafiz, A.S., Masood, S.B., Javaid, I., Nasir, M.Q., Saleem, F., Jahangir, M.A. 2011. **Effect of Flour Blending on Bread Characteristics**. Internet J.Food Saf. 13:142-149.
- Hallen, E., Ibanoglu, S., dan Ainsworth, P. 2004. **Effect of Fermented Germinated Cowpea Flour Addition on the Rheological and Baking Properties of Wheat Flour**. *Journal of Food Engineering* 63:177– 184
- Harland, B.F. and D.Oberleas. 2001. **Effect of Dietary Fiber and Phytate on Homeostatis and Bioavailability of Minerals**. CRC of Dietary Fiber in Human Nutrition, 3rd Ed. G.A Spiller, Ed. CRC Press. Boca Raton.
- Hartoyo, A. S. 2008. **Penuntun Praktikum Kimia dan Biokimia Pangan**. Bogor :Dept. ITP IPB.
- Harzau, H., dan Estiasih, T. 2013. **Karakteristik Cookies Umbi Inferior Uwi Putih (Kajian Proporsi Tepung Uwi: Pati Jagung Dan Penambahan Margarin)**. Jurnal Pangan dan Agroindustri 1(1): 138-147
- He X, Liu RH. 2007. **Titrpernoids Isolated from Apple Peels Have Potent Antiproliferative Activity and may be Partially Responsible for Apple's Anticancer Activity**. *J Agric Food Chem*. 55:4366-4370.
- Hui, Y.H.2006. **Handbook of Food Science, Technology, and Engineering Vol 1**. CRC press. USA
- Hurrell, R. F. 1990. **Influence of The Maillard Reaction on The Nutritional Value of Foods**. Birkhäuser Verlag. Basel.
- Jacqueline, P. Y.,R. Miles dan M. F. Ben. 2000. **Kualitas Telur**. Jasa Ekstensi 28 Koperasi, Lembaga Ilmu Pangan dan Pertanian Universitas Florida, Gainesville.
- Jairani, E N. 2010. **Uji Daya Terima Nasi Dengan Penambahan Tepung Ubi Jalar Ungu (Nabilar)**. Universitas Sumatera Utara. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Skripsi. Jakarta.

- Khomsan Ali. 2004. **Pangan dan Gizi untuk Kesehatan**. Jakarta: PT. Rajagrafindo Persada
- Kohajdova, Z., Karovicová, J., dan Magala, M. 2013. **Rheological and Qualitative Characteristics of Pea Flour Incorporated Cracker Biscuits**. *Croat. J. Food Sci. Technol.* (2013) 5 (1): 11-17
- Kurniawan, R. F. 2014. **Khasiat dan Manfaat Dahsyatnya Kulit Apel**. Jakarta:Healthy Books.
- Lata, B., Tomala, K. 2007. **Apple Peel as A Contributor to Whole Fruit Quantity of Potentially Healthful Bioactive Compound Cultivar and Year Implication**. *J Agric Food Chem* 55(26): 10795-10802.
- Lingga, Lanny. (2012). **Sehat dan Sembuh Dengan Lemak**. Jakarta: PT. Alex Media Komputindo.
- Manley, D J. R. 1998.**Biscuit, Cookie, and Cracker Manufacturing Manuals**. England: Woodhead Publishing Ltd.
- Manley, D J. R. 2000. **Technology of Biscuit, Cracker, and Cookies** third edition. England : Woodhead Publishing Limited and CRC Press LCC.
- Maruli, A., Santi, D. N., & Naria, E., 2012. **Analisa kadar residu insektisida golongan organofosfat pada kubis (brassica oleracea) setelah pencucian dan pemasakan di Desa Dolat Rakyat Kabupaten Karo** (onlinejurnal).<http://jurnal.usu.ac.id/index.php/lkk/article/view/1635/937>. diakses 16 September 2017.
- Maxfield Anne. 2017. **Is Better Butter Better? My Top 4 Butters**. Dilihat pada 13 November 2017. https://www.huffingtonpost.com/anne-maxfield/is-better-butter-better-m_b_3266681.html.
- Meilgaard,C. M., Carr, B. T., dan Vance, G. 2006. **Sensory Evaluation Techniques, Fourth Edition**. Ebook. Florida : CRC Press.
- Midiana, C. 2012. **Kue Kering : Cookies dan Biskuit**. Jakarta : Puspa Swara.
- Mileiva, S. 2007. **Evaluasi Mutu Cookies Garut yang digunakan pada Program Pemberian Makanan Tambahan (PMT) untuk Ibu Hamil**.
- Modgil, R., Joshi, R., Gupta, R., Verma, R., dan Anand, S. 2009. **Effect of Sprouting on anti-nutritional factors and the biological protein quality of fenugreek cultivars**. *J Food Sci Technol* 46(6):591–594
- Moehyi, S. 2000. **Penyelenggaraan Makanan Institusi Dan Jasa Boga**. Jakarta : Bhatara.
- Mustafa, A. I., Alwessali, M.S., Si-Busha, O.M., dan Al Amia, R. H. 1986. **Utilization of Cowpea Flour and Protein Isolate in Bakery Products**. *Food Chemistry* 95, 138-147.
- Nurbaya, S. R. 2013. **Pemanfaatan talas berdaging umbi kuning (colocasia Esculenta (L) Schoott) dalam pembuatan Cookies**. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 1 No1 p: 46 – 55.
- Oginawati, K. 2006. **Analisis Risiko Pengguna Insektisida Organofosfat Terhadap Kesehatan Petani Penyemprot**. Disertasi. Institut Teknologi Bandung.
- Pasek. 2015. **Analisis Residu Pestisida Organofosfat Dalam Kubis (Brassica Oleracea) Dan Tomat (Lycopersicum Esculentum Mill**. Tesis. Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Bali.
- Piliang, W. G. 2002. **Nutrisi Vitamin**. Volume 1 Edisi ke-5. Institut Pertanian Bogor. Press, Bogor. Hal : 50 - 53
- Pomeranz & Meloan, 1994: **Food Analysis; Theory and Practice**. Edition. Chapman & Hall, New York.
- Pratama, I. A., dan Nisa, F. C. 2014. **Formulasi Mie Kering dengan Substitusi Tepung Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dan Penambahan Tepung**

- Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus* L.).** Jurnal Pangan dan Agroindustri 2(4): 101-112
- Prihatman, K. 2000. **Apel.** www.warintek.ristek.go.id/pertanian/apelpdf. Diakses pada tanggal 22 September 2017.
- Prosky, L. and J.W. De. Vries. 1992. **Controlling Dietary Fiber in Food Product.** Van Nostrand Reinhold. New York. 243 hlm.
- Rahzarni. 2010. **Teknologi Pengolahan Susu dan Telur.** Tanjung Pati : BKPM. Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
- Redaksi BPM Jatim. 2009. **Badan Penanaman Modal Jawa Timur.** <http://bpm.jatimprov.go.id>. Diakses pada tanggal 14 Oktober 2017.
- Ritthiruangdej, P., Parnbankled, S., Donchedee, S., dan Wongsagonsup, R. 2011. **Physical, Chemical, Textural and Sensory Properties of Dried Wheat Noodles Supplemented with Unripe Banana Flour.** Kasetsart J. (Nat. Sci.) 45 : 500 – 509
- Romelle Feumba Dibanda, Ashwini Rani P. dan Ragu Sai Manohar (2016). **Chemical Composition Of Some Selected Fruit Peels.** European Centre for Research Training and Development UK. Vol.4, No.4, pp.12-21.
- Rosa, A. S. D. 2004. **Pengaruh Variasi Proses Heat Moisture Treatment (HMT) Terhadap Karakteristik Pati Aren dan Sohunnya.** Skripsi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Sa'adah, F. 2009. **Pembuatan Cookies Campuran Tepung Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* L. Walp.) dan Tepung Beras Sebagai Pangan Tambahan Bagi Ibu Hamil.** Skripsi. IPB. Bogor
- Saparianti E. 2005. **Pengaruh Varitas Kedelai Dan Pengaruh Varitas Kedelai Dan Lama Pemanasan Terhadap Lama Pemanasan Terhadap Karakteristik Kimia Fisik Edible Film Kembang Tahu.** *Jurnal Teknologi Pertanian*, 6(2): 73-80
- Sapers, G.M.1993. **Browning of Foods: Control by Sulfites, Antioxidants and Other Means.** *Food Technology*, 47(10), 75-84.
- Saputri, olivia D. A. 2017. **Pengaruh Jenis Larutan Asam dan Lama Waktu Perendaman Terhadap Karakteristik Fungsional Tepung Kulit Apel (*Malus Sylvestris* Mill.).** Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
- Sarofa, U., Djajati, D dan Cholifah, S.N. 2014. **Pembuatan Roti Manis (Kajian Substitusi Tepung Terigu dan Kulit Manggis dengan Penambahan Gluten).** *Jurnal Rekapangan* Vol. 8 No. 2 Desember 2014.
- Sayuti, K dan Yenrina, R. 2015. **Antioksidan Alami dan Sintetik.** Padang :Andalas University Press Padang.
- Setorki M., Asgany S., Erdi A., et al., 2009, **Effect of Apple Juice on Risk Factor of Lipid Profile, Inflammation, and Coagulation, Endothelial Markers, and Artherosclerotic Lesion in High Cholesterolemic Rabbits, Lipids in Health and Disease.** 2009, 8:39.
- Setyabudi, Dendy A. 2012. **Pemanfaatan Kulit Buah Manggis dan Teknologi Penepungannya.** *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Volume 34 Nomor 1, 2012.
- Shoji, T., Akazome, Y., Kanda, T., dan Ikeda, M., (2004), **The Toxicology and Safety of Apple Polyphenol Extract.** *Japan Food Chem Toxicol* Vol. 42, No.6, pp. 959-967.
- Shpingle Noa. 2016. **Jewish Flour' Mill in Central Israel Hit With Discrimination Lawsuit.** Dilihat pada 13 November 2017. <https://www.haaretz.com/israel-news/.premium-1.698387>

- Sihombing, E. M. Y. 2013. **Analisa Kandungan Rhodamin B dan Formalin ada Gula Merah Serta Pengetahuan dan Sikap Pedagang di Pasar Tradisional Kecamatan Medan Baru**. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sindo. 2011. **Vanili pengharum makanan**. Dilihat pada 26 September 2017. <http://www.okefood.com>.
- Soelarso, B. 1997. **Budidaya Apel**. PT. Yogyakarta : Kanisius. Skripsi. IPB. Bogor
- Soeparno. 2005. **Ilmu dan Teknologi Pengolahan Daging**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suardi, Suarni dan Prabowo, A. 2002. **Teknologi Sederhana Prosesing Sorgum sebagai Bahan Pangan**. *Prosiding Seminar Nasional Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan*. Halaman 112-116.
- Suardiana, P. P. 2014. **Analisis Residu Pestisida Organofosfat Dalam Sayuran Dari Daerah Pertanian Kintamani Bangli**. Tesis. Denpasar: Universitas Udayana.
- Subagjo, A. 2007. **Manajemen Pengolahan Roti dan Kue**. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Sudaryani, T. 2003. **Kualitas Telur**. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Sugito dan Hayati, A. 2006. **Penambahan Daging Ikan Gabus dan Aplikasi Pembekuan pada Pembuatan Pempek Gluten**. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* Vol 8 (2): 147-151.
- Sultan, W. J. 1986. **Practical Baking**. Westport : The AVI Publishing Company.
- Surya DA. 2013. **Pemanfaatan Pati Jahe Em-prit (*Zingibier officinale* var. *Rubrum*) sebagai Bahan Pembuatan Cookies (Kajian Proporsi Pati Jahe dengan Pati Garut dan Penambahan Telur)**. Skripsi. FTP Universitas Brawijaya. Malang
- Suryani, A., E. Hidayat, D. Sadyaningsih, E. Hambali. 2008. **Bisnis Kue Kering : Pilihan Usaha yang Menawarkan Laba Melimpah**. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Susanto, W,H., Rakhmad, B. 2011. **Pengaruh Varietas Apel (*Malus sylvestris*) dan Lama Fermentasi oleh Khamir *Saccharomyces cerevisiae* sebagai Perlakuan Pra Pengolahan Terhadap Karakteristik Sirup**. *Jurnal Teknologi Pertanian* 12 (3) : 135 – 142.
- Syarief, R dan Anies, I. 1988. **Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian. Mediyatama Sarana Perkasa**. Jakarta.
- Syarief, Rizal dan Anies Irawati. 1988. **Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian**. PT Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Thongram, S., Tanwar, B., Chauhan, A., dan Kumar, V. 2016. **Physicochemical and Organoleptic Properties of Cookies Incorporated with Legume Flours**. *Cogent Food & Agriculture Research* Article 2:1172389
- Thongram, S., Tanwar, B., Chauhan, A., dan Kumar, V. 2016. **Physicochemical and Organoleptic Properties of Cookies Incorporated with Legume Flours**. *Cogent Food & Agriculture Research* Article 2:1172389
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2016. **Food Search Basic Report: 01125 Egg, Yolk Raw, Fresh**.
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2016. **Food Search Basic Report: 09003 Raw Apples, Raw, with Skin**.
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2016. **Food Search Basic Report: 18010 Biscuits, Plain or Buttermilk, Dry Mix**
- United States Departement of Agriculture (USDA). 2016. **Food Search Basic Report: 20081 Wheat Flour, White, All Purpose, Enriched, leached**.

- USDA (United States Department of Agriculture) Food Composition Databases. 2016. **Apple Carbohydrate**. Dilihat pada 4 Agustus 2017. <https://ndb.nal.usda.gov>
- USDA (United States Department of Agriculture) Food Composition Databases. 2016. **Egg, yolk, raw, fresh**. Dilihat pada 15 September 2017. <https://ndb.nal.usda.gov>
- USDA (United States Department of Agriculture) Food Composition Databases. 2016. **Egg, white, raw, fresh**. Dilihat pada 15 September 2017. <https://ndb.nal.usda.gov>
- Widyastuti, Y. Erna dan Farry. 1993. **Mengenal Buah Unggul Indonesia**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Wijana, S., Sucipto, Sari, L.M. 2013. **Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan terhadap Aktivitas Antioksidan pada Bubuk Kulit Manggis (Garcinia Mangostana L.)**. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Malang.
- Wijaya, H. 2010. **Kajian Teknis Standar Nasional Indonesia Biskuit**. SNI 01-2973-1992. Balai Besar Industri Argo Kementerian Perindustrian.
- Winarno F.G. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G. 2002. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: Gramedia.
- Winarti, Sri. 2010. **Makanan Fungsional**. Yogyakarta .
- Wirakusumah, E.M., 1995, **Buah dan Sayur untuk Terapi**. Hal.78-79, Swadaya,
- Wolfe K, Wu X, Liu R.H. 2003. **Antioxidant Activity of Apple Peel**. *J Agri Food Chem*.
- Yudhie.2010.**Sansivieria trifasciata**.<http://yudhiestar.blogspot.com/2010/01/sansivieria-trifasciata.html>. Diakses pada 13 September 2017 pukul 16.45 WIB.
- Yuliani, V. 2008. **Sintesis Ester Laktovanilit dari Asam Vanili dan Laktosa serta Uji Aktivitas Antioksidan**. Skripsi. Universitas Indonesia, Jakarta.
- Yuniarti. 1996. **Penggunaan Poliesther Sukrosa untuk Memperpanjang Daya Simpan Buah Apel Kultivar Romebeauty**. *Jurnal Hortikultura* 6(3) :303-308
- Yunisa, Arief, D. Z. dan Hervelly. 2013. **Kajian Konsentrasi Koji Bacillus subtilis dan Waktu Fermentasi terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar yang Dimodifikasi dan Aplikasinya dalam Pembuatan Biskuit**. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.
- Yunisa, Arief, D.Z dan Hervelly. 2013. **Kajian Konsentrasi Koji Bacillus Subtilis dan Waktu Fermentasi Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar yang Dimodifikasi dan Aplikasinya dalam pembuatan Biskuit**. Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung, Bandung.
- Yuwono, S. dan T. Susanto. 1998. **Pengujian Fisik Pangan**. Fakultas. Teknologi Pangan. Malang: Universitas Brawijaya.
- Yuwono, S. S dan T, Susanto. 1998. **Pengujian Fisik Pangan**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Zohng, H. 2013. **Effect of Lipid Source on the Physical and Sensory Quality of Baked Products**. All Graduate Theses and Dissertations (Paper 1504). Utah State University. Logan